



Л.И. Шарыгина

**События и даты
в истории
радиоэлектроники**

Л.И. Шарыгина

СОБЫТИЯ И ДАТЫ В ИСТОРИИ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

**Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники**

Томск – 2011

УДК 530:621

ББК 38/9

Ш 26

Шарыгина Л.И.

События и даты в истории радиоэлектроники. – Томск : Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2011. – 306 с.

Монография является переработанным и дополненным вариантом ранее изданной книги автора «Хронология развития радиоэлектроники» (Изд-во ТУСУР, 2009).

В книге приводится хронология событий, связанных с историей радиоэлектроники, от древних времен до наших дней. При отборе фактов и событий упор сделан на роль личностей в историческом процессе. Расширенное описание большинства основных событий позволяет использовать книгу для изучения истории радиотехники. Хронология дополнена наиболее значимыми событиями из смежных областей науки и техники, оказавшими существенное влияние на развитие радиоэлектроники: математики, оптики, акустики, химии и даже логики и психологии.

Многие исторические факты помогают понять закономерности развития человеческой цивилизации. Научный прогресс воспринимается читателем не как набор изобретений и открытий отдельных ученых, а как непрерывный процесс накопления знаний, в который внесли свой вклад сотни и тысячи известных и неизвестных людей.

В конце книги приведены краткие хронологические данные о некоторых крупных российских предприятиях радиоэлектронного профиля. Эти данные дают общее представление об уровне развития радиоэлектронной промышленности России во второй половине XX века.

Приведенный в книге список источников позволяет получить более подробную информацию об истории развития радиоэлектроники в XX веке.

Книга предназначена для радиоспециалистов и всех, кто интересуется историей развития науки и техники. Она может быть также использована студентами высших учебных заведений при изучении истории и методологии науки в области радиотехники и электроники.

Редакторы: Г.С. Шарыгин
Е.Г. Шумская

© Том. гос. ун-т систем управления
и радиоэлектроники, 2011

© Шарыгина Л.И., 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора	5
Период до новой эры	6
I – XVII века	9
XVIII век.....	16
XIX век	25
Первая половина XX века	80
Вторая половина XX века.....	204
Радиоэлектронная промышленность России – XX век	258
Всероссийский НИИ радиотехники	258
ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева».....	262
ОАО «Радар-ммс»	266
ОАО «Корпорация «Фазотрон-НИИР».....	270
Центральное конструкторское бюро автоматики	274
Указатель имен	278
Список использованных источников	294

ОТ АВТОРА

Нет будущего у того, кто не знает и не изучает свое прошлое. Это в равной степени относится и к людям, и к науке, и к технике.

Интерес к познанию мира и его прошлого формировался в глубокой древности, поскольку человечество всегда стремилось вперед, в будущее.

Зачем мы изучаем историю, и, в частности, историю техники? Что это может дать человеку XXI-го века?

Великий Лев Толстой говорил, что «знание только тогда знание, когда оно приобретено усилиями своей мысли, а не памятью». М.В. Ломоносов считал, что одной из главных причин, тормозивших процесс развития науки в его время и в средние века, было преклонение перед авторитетом Аристотеля, чьи мысли считались непререкаемыми. Поэтому он восхищался Декартом (1596-1650), который своим *критическим анализом* «открыл дорогу к вольному философствованию и вящему наук приращению».

Слово сказано – *критический анализ*. Только изучение истории и ее *анализ* приводят к рождению собственной мысли.

Современному молодому человеку, идущему по улице и весело болтающему по сотовому телефону, даже не представляется, какой путь прошла радиоэлектроника, прежде чем стало возможным вот так просто поговорить с человеком, находящимся где угодно на Земном шаре. Необходимость передавать информацию на большие расстояния и в возможно короткое время существовала всегда, но те средства, которыми мы пользуемся сегодня, появились сравнительно недавно. Это делает науку, связанную с развитием средств связи, совсем молодой.

Темпы развития того, что мы называем электроникой, невероятны. Ведь надежные источники электричества были изобретены всего два столетия назад. Следующие полтора столетия были временем открытий и изобретений, временем, когда нестандартные талантливые личности делали то, «чего не может быть». Успех не всегда следовал за попыткой, но важны были идеи и желания. Развитие техники второй половины двадцатого века помогло реализовать эти желания.

То, что мы имеем сейчас, создано творчеством и трудом сотен и тысяч талантливых людей. Книга позволяет хотя бы мысленно пройти по их пути, почувствовать громадность труда и достижений и вдохновить молодежь на новые попытки и свершения.

Созданию книги способствовали многие друзья и коллеги автора. Особую благодарность за поддержку и помощь автор выражает профессору ОАО «Радар-ммс» Валентину Александровичу Сарычеву и заведующему кафедрой МАТИ им. К.Э. Циолковского Валерию Владимировичу Шилову.

ПЕРИОД ДО НОВОЙ ЭРЫ

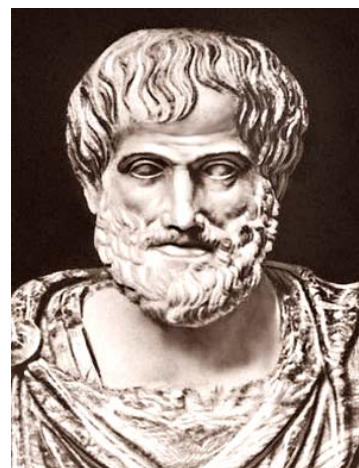
С давних времен люди стремились к общению и искали пути, с помощью которых можно было бы обмениваться полученной в процессе изучения мира информацией. Но чтобы создать средства для обмена информацией, следовало понять сущность природных явлений. Для надежной передачи световых или звуковых сигналов, предупреждающих об опасности, следовало понять законы оптики и акустики. Для передачи информации будущим поколениям ее следовало сохранить на надежных носителях и в удобном для понимания виде. Все это с глубокой древности стимулировало развитие техники.



Пифагор
570 – 490 гг. до н.э.



Фалес Милетский
Ок. 623 – 547 гг. до н.э.



Аристотель
384 – 322 гг. до н.э.



Эпикур
341 – 270 гг. до н.э.



Евклид
III в. до н.э.



Архимед
Ок. 287 – 212 гг. до н.э.

Палеолит

- Использование звуковых (барабаны, рупоры, свистки и т.п.) и световых (факелы и костры) сигналов, изобретение сирены (генерирование звука быстровращающимися предметами). Ретрансляция световых сигналов на большие расстояния.

4000 – 1300

- Письменность (на глиняных дощечках) – шумеры.

ок. 3000

- Изобретение счетов (Вавилон).

ок. 2500

- Изобретение протоиндийской письменности (Индия).

ок. 2000

- Изобретение папируса – носителя информации (Египет).

860-830

- Изобретение колоколов для подачи звуковых сигналов.

ок. 800

- Изобретение буквенного алфавита.

VI в.

- Обнаружение зависимости между периодом колебаний и длиной струны, идеи гармонического движения, признание приоритета количественных законов – Пифагор (Греция).

600-500

- Наблюдения за электрическими и магнитными явлениями. Открытие свойств натертого янтаря притягивать легкие предметы, а магнита – железные – Фалес Милетский (Греция).

ок. 500

- Наблюдение магнитных явлений (Китай).

460

- Первое систематическое описание оптических явлений – Эмпедокл (Греция).

400-300

- Представление о распространении звука: «Звучащее тело вызывает сжатие и разрежение воздуха». Объяснение эха отражением звука от препятствий. Известно явление преломления света – Аристотель (Греция).

IV-II вв.

- Формирование представлений об атомах – Демокрит, Эпикур (Греция).

ок. 300

- Использование бронзовых зеркал для концентрации солнечных лучей и света факелов при сигнализации (Греция).

ок. 300

- Библиотека из 700 000 папирусных свитков, разложенных по 120 темам и описанных в каталогах (Александрия).

200-300

- Закон прямолинейного распространения света и закон отражения. Возникновение геометрической оптики – Евклид (Греция).

240

- Принципы классической механики и математики – Архимед (Греция).

ок. 200

- Решение системы линейных уравнений с несколькими неизвестными с помощью алгоритма, по структуре аналогичного матричному (Китай).

I – XVII ВЕКА

Сохраняется интерес к познанию мира. Создаются университеты, где обучаются будущие исследователи, и сами университеты становятся центрами научных исследований. Идет подготовка к созданию более совершенного аппарата для выполнения исследований – изобретение микроскопа, создание вычислительных устройств, появление книгопечатания.



Птолемей
Ок. 90 – 160



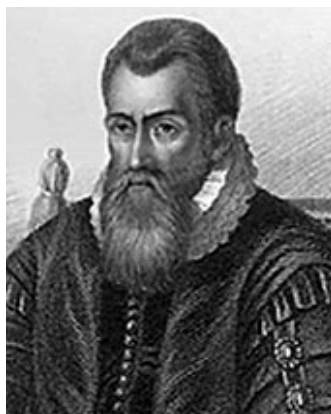
Мухаммед аль-Хорезми
787 – ок. 850



Роджер Бэкон
1214 – 1292



Леонардо да Винчи
1452 – 1519



Джон Непер
1550 – 1617



Блез Паскаль
1623 – 1662



Христиан Гюйгенс
1629 – 1695



Исаак Ньютон
1643 – 1727



Готфрид Лейбниц
1646 – 1716

Проводятся исследования в области электричества и магнетизма, распространения звука, математики. Значительное внимание уделяется философии, как науке, которая дает понимание цели знания как способности увеличивать власть человека над природой и задач науки как средства радикальной переработки данных опыта. Характерной в этом плане является книга Рене Декарта «Рассуждения о методе», где сформулированы основные принципы научной методологии при проведении фундаментальных и прикладных исследований, а также сформулированы признаки отличия человека от машины.

Оформляются первые средства связи – установление узаконенного свода сигналов для флажной сигнализации, изобретение оптического телеграфа, внедрение на флотах Франции сигнальных кодов, введение системы сигналопроизводства в России.

100-200

- К. Птолемей (Греция) экспериментально исследовал преломление света, ввел поправку на рефракцию.

500

- Фонарики, поднимаемые воздушными змеями, использовались в качестве средства связи во время осады Нанкина (Китай).

780

- Система стационарной факельной связи – Карл Великий.

825

- Определение статуса алгебры как самостоятельной научной дисциплины с введением процедурных алгоритмов – аль-Хорезми (Средняя Азия).

Начало X в.

- Распространение в Европе арабских цифр.

1170

- Основание Парижского университета. В Оксфорде и Кембридже (Англия) складываются интеллектуальные школы.

1247

- Предвосхищение открытия телефона, внимание к математике, обращение к эксперименту как источнику нового знания – Р. Бэкон (Англия).

1300

- Формулировка принципов построения логических машин – Р. Луллий (Испания).

1457

- Изобретение печатного станка и начало книгопечатания в Европе – И. Гутенберг (Германия).

1490

- Проект механической машины для арифметических расчетов – Леонардо да Винчи (Италия).

1517

- Начало реформации М. Лютера (Германия), широкое распространение его идей через книгопечатание. Использование возможности корректуры текстов при последующих изданиях для ведения результативных научных и богословских дискуссий.

1572

- Издана «Алгебра» Р. Бомбелли (Италия), написанная около 1560 года, положившая начало алгебре комплексных чисел. Систематическое их изучение продолжено намного позднее работами И. Гаусса (Германия) – 1797, Ф.В. Бесселя (Германия) – 1798, Д.Ф. Араго (Франция) – 1806.

1589

- Д.Б. Порты (Италия): «Звук не исчезает бесследно, его можно как-то сохранить».

1595

- Изобретение устройства для измерения температуры – Г. Галилей (Италия).

1600

- Исследования электрических и магнитных явлений, установление магнитных полюсов у Земли, введение основных понятий теории электричества – У. Гильберт (Англия).
- Вышел в свет трактат У. Гильберта «О магните, магнитных телах и о Большом магните Земли». Гильберт показал, что не только янтарь, но и некоторые другие материалы проявляют электрические свойства – потертое шелком стекло искрит, обнаружил, что заряды бывают разного знака, заставляя тела отталкиваться и притягиваться друг к другу.

1614

- Дж. Непер (Шотландия) выпустил научный труд «Описание удивительных таблиц логарифмов» (Эдинбург, 1614), где теоретически обосновал и разработал практические таблицы логарифмов. Их принцип заключается в том, что каждому числу соответствует показатель степени (логарифм), в которую нужно возвести определенное основание, чтобы получить это число. В этом труде содержались объяснение свойств логарифмов, таблицы логарифмов, синусов, косинусов, тангенсов и приложения логарифмов в сферической тригонометрии. Ранее (не позднее 1594 года) Дж. Непером был предложен метод вычислений с использованием «стержней Непера», явившихся прообразом логарифмической линейки. Непер дал начало системе логарифмов. Он говорил: «Я всегда старался, насколько позволяли мои силы и способности, избавиться от трудности и скуки вычислений, докучливость которых обыкновенно отпугивает очень многих от изучения математики». Ему пришла в голову идея заменить трудоемкое умножение простым сложением, сопоставив с помощью специальных таблиц геометрическую и арифметическую прогрессии. Тогда и деление автоматически заменяется неизмеримо более простым и надёжным вычитанием. Около 1615 года Г. Бригс (Англия) предложил Дж. Неперу использовать десятичные логарифмы (основанием которых является число десять). В 1617 году Дж. Непер предложил специальные счетные палочки (названные впоследствии палочками Непера), позволявшие производить операции умножения и деления непосредственно над исходными числами. Помимо умножения, палочки Непера позволяли выполнять деление и извлекать квадратный корень. В 1619 году Дж. Непер опубликовал «Построение удивительной таблицы логарифмов», где изложил принципы вычисления таблиц.
- Установление узаконенного свода сигналов для флажной сигнализации (Италия).

1620

- Понимание цели знания как способности науки увеличивать власть человека над природой и задач науки как средства радикальной переработки данных опыта; изобретение двоичной математики — Ф. Бэкон (Англия).
- Э. Гюнтер (Англия) предпринял первую попытку упростить и ускорить работу с логарифмическими таблицами. Он разработал шкалу,

состоящую из нескольких отрезков, располагающихся параллельно на деревянной или медной пластине. На каждый отрезок наносились деления, соответствующие логарифмам чисел или тригонометрических величин. Эта пластина стала прообразом логарифмической линейки. Описание логарифмической шкалы Э. Гюнтер опубликовал в 1620 году. В этой же книге были опубликованы таблицы логарифмов синусов и котангенсов. В 30-е годы У. Отред (Англия) и Р. Деламейн (Англия) усовершенствовали линейку Гюнтера.

1623

- В. Шикард (Германия) в письмах своему другу И. Кеплеру (Германия) описал принцип действия «часов для счета» – счетной машины с устройством установки чисел и валиками с движком и окном для считывания результата. Машина могла только складывать и вычитать (некоторые авторы говорят, что она могла еще умножать и делить).

1636

- Идеи спектрального анализа – М. Мерсенн (Франция). Мысль о том, что вибрирующая струна, «свободно звучащая в результате удара по ней, порождает одновременно по крайней мере пять звуков, первым из которых является естественный звук струны, служащий основой для остальных звуков; их частоты соотносятся как 1, 2, 3, 4, 5». Термины «основной» и «гармоника» были введены в 1704 г. Ж. Савером (Франция), более чем за 100 лет до того, как Ж.Б. Фурье (Fourier) написал свою работу о спектральном анализе. Слово «спектр» было введено И. Ньютоном (Англия) в 1664 г. при описании разложения призмой света на его цветовые компоненты.

1637

- Р. Декарт (Франция) опубликовал книгу «Рассуждения о методе», где сформулировал основные принципы научной методологии при проведении фундаментальных и прикладных исследований, а также признаки отличия человека от машины.

1642

- Французский математик Б. Паскаль сконструировал *счетное устройство*, которое позволяло суммировать десятичные числа. Внешне оно представляло собой ящик с многочисленными шестеренками. Основой суммирующей машины стал счетчик-регистратор, или счетная шестеренка. Она имела десять выступов, на каждом из которых были нанесены

цифры. Для передачи десятков на шестерне располагался один удлиненный зуб, зацеплявший и поворачивающий промежуточную шестерню, которая передавала вращение шестерне десятков.

1646

- В. Чарлтон впервые использовал термин *электричество*. Правда, существует версия, что это сделал английский физик Р. Брауни, ни в чем другом не отличившийся [37].

1657

- Открытие принципа наименьшего времени («Природа всегда следует по наикратчайшему пути») – П. Ферма (Франция).

1663

- Изобретение электростатической машины, производящей электричество трением – О. фон Герике (Германия).

1665

- Французский математик, физик и астроном О. Фарби продемонстрировал взаимность электрических сил [150].

1666

- Изобретение механического калькулятора, способного складывать и вычитать – С. Морланд (Англия).

1669

- Начало поляризационных исследований – Э. Бартолина (Дания).

1671

- Использование понятия спектра при анализе физических явлений – И. Ньютон (Англия).

1672

- Немецкий философ, математик и физик Г. Лейбниц впервые наблюдал искусственную электрическую искру, полученную от электрической машины Герике. Машина представляла собой шар из серы величиной с волейбольный мяч, насаженный на ось. При вращении шар электризовался ладонями рук [110].

1673

- Г. Лейбниц изобрел счетную машину (*«Калькулятор Лейбница»* – первый арифмометр), позволявшую производить умножение и деление так же легко, как сложение и вычитание, благодаря передвижному челноку-счетчику и фиксации сомножителей при помощи ступенчатого валика. Идея создать такую машину у Лейбница появилась после

знакомства с голландским астрономом и математиком Х. Гюйгенсом. В 1673 году появилась двухразрядная, а в 1694 году – двенадцатиразрядная машина. Практического распространения этот арифмометр не получил, так как был слишком сложен и дорог для своего времени [113].

1678

- Создание Х. Гюйгенсом волновой теории света и объяснение на ее основе всех известных тогда оптических явлений. Подготовлен «Трактат о свете», опубликованный в 1690 году. Впервые идею волновой природы света высказали в 1648 году Й.М. Марци (Чехия) и в 1665 году Ф.М. Гримальди (Италия) и Р. Гук (Англия) [172].

1684

- Изобретение оптического телеграфа – Р. Гук (Англия).

1684

- Первая публикация по математическому анализу – Г. Лейбниц (Германия).

1687

- И. Ньютон (Англия) опубликовал книгу «Математические начала натуральной философии», заложившую основы теоретической физики и анализа бесконечно малых величин. В книге дана также математическая трактовка периодического волнового движения.

1690

- Вышел в свет завершённый в 1678 году «Трактат о свете» Х. Гюйгенса, где высказана идея о волновой природе света («световые возбуждения являются упругими импульсами в эфире»), изложен принцип огибающей волны (принцип Гюйгенса) и описано открытое Гюйгенсом явление поляризации света (Нидерланды).

1694

- Внедрение на флотах сигнальных кодов – А.И. де Турвилль (Франция).

1699

- Введение системы сигналопроизводства в России – Петр I.

XVIII ВЕК

Общий прогресс научных знаний сопровождается в том числе и первыми серьезными исследованиями в области электричества: первая стеклянная электрическая машина, открытие явления электропроводности, изобретение электрического конденсатора («лейденской банки») и молниеотвода. Работы Ш. Кулона и Л. Гальвани позволили понять суть изучаемых явлений, но потребовали создания приборов, позволяющих измерить и численно оценить изучаемые явления, – создаются измерительные приборы и новые конструкции счетных устройств. Появляются первые признаки интереса к изучению электрических явлений у биологических объектов.

Развиваются электрические и электромеханические средства сигнализации и передачи информации, что позволило сформулировать идею электростатического телеграфа.

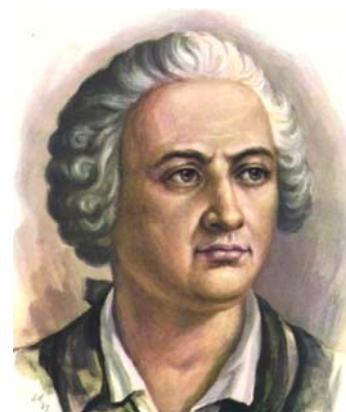
Решающим для будущего стало изобретение Алессандро Вольта в 1800 году электрохимического источника постоянного тока.



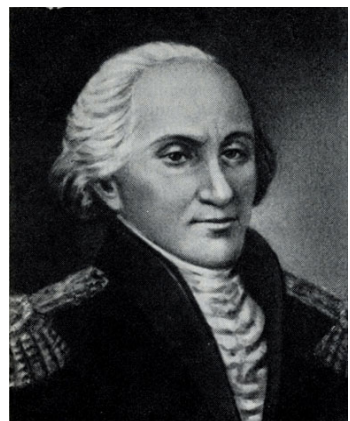
Питер Мушенбрук
1692 – 1761



Бенджамин Франклин
1706 – 1790



Михаил Ломоносов
1711 – 1765



Шарль Кулон
1736 – 1805



Луиджи Гальвани
1737 – 1798



Алессандро Вольта
1745 – 1827

1701

- Ж. Савер (Франция) ввел представление о стоячих волнах [172].

1706

- Первая стеклянная электрическая машина – Ф. Хоуксби (Англия).
- Начало исследования разрядов в газах – Ф. Хоуксби (Англия).

1708

- Мысль об электрической природе молнии – В. Уолл (Англия).

1710 или 1714

- Изобретение ртутного термометра и введение первой температурной шкалы на основе двух опорных точек: нижняя (0°F) соответствует температуре замерзания солевого раствора, верхняя (96°F) – «температуре под мышкой здорового англичанина» – Д. Фаренгейт (Германия). По Фаренгейту температура таяния льда равна 32 градусам, кипения воды – 212 градусам. Идею этого термометра выдвинул Р.А.Ф. де Реомюр (Франция).

1724

- Образование Академии наук по проекту Петра I, утвержденному Сенатом (Россия).
- Введение свода сигналов в Российский морской устав (Россия).

1729

- Открытие явления электропроводности. С. Грей (Великобритания) показал, что электрический заряд в проводнике распределяется по его поверхности [37,172].

1730

- Реомюр (Франция) предложил для термометра шкалу от 0 до 80 градусов (от температуры таяния льда до температуры кипения воды).

1733

- Открытие двух видов электричества – resinous (–) и vitreous (+), установление притяжения разноименных зарядов и отталкивания одноименных – Ш.Ф. Дюфе (Франция) [150].

1736

- Первая работа по теории графов – Л. Эйлер (Россия).

1738

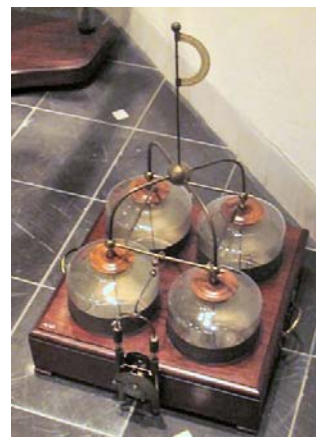
- Представление сигналов в виде суммы синусоидальных и косинусоидальных гармоник – Д. Бернулли (Швейцария).

1742

- Изобретение температурной шкалы Цельсия на основе двух опорных точек: нижняя (0°C) соответствует температуре плавления льда, верхняя (100°C) – температуре кипения воды. Связь между шкалами Фаренгейта и Цельсия отображается формулой $\Gamma^{\circ}\text{C}=5/9(\Gamma^{\circ}\text{F}-32)$ – А. Цельсий (Швеция) [172].
- Введены понятия «проводник» и «непроводник» электричества – Ж. Дезагюлье (Великобритания) [172].

1745

- Э.Ю. фон Клейст (Германия) и независимо Питер ван Мушенбрук (Нидерланды) изобрели прототип электрического конденсатора – лейденскую банку [172].



Лейденская банка

1746

- Выяснилось, что электрический заряд нельзя измерять взвешиванием. Тогда ученые начали изобретать принципиально новые приборы – разного рода электроскопы и электрометры. Один из первых электрометров был сконструирован Г.В. Рихманом (Россия). В 1746 г. появляется электрометр Дж. Элликота (Англия), основанный на принципе весов, в 1747 г. – электроскоп Ж.А. Ноле (Франция), который демонстрировал королю в Версале разряд лейденской банки [33, 172].
- Попытка (неудачная) организации связи по проводам – парижский врач Л.-Г. Лемонье (Франция). Он разряжал лейденский сосуд через цепочку из большого числа людей, держащихся за руки или соединяющихся друг с другом через металлические цепи длиной по 6-8 м. При этом люди испытывали электрический удар. Исключив людей из опыта, Лемонье разрядил лейденский сосуд через провод длиной около 4 км и свое тело. Обрывая провода в некоторых местах, он убеждался, что электричество распространяется действительно по проводам: при обрыве электрический удар не ощущался. Лемонье сделал попытку измерить скорость распространения электричества по проводу и пришел к выводу, что электричество распространяется со скоростью, по крайней мере, в 30 раз превышающей скорость звука. Он высказал также предположение о непостоянстве скорости распространения электричества.

1748

- М.В. Ломоносов (Россия) сформулировал положение о том, что материя и движение «неуничтожимы и несотворимы» (закон сохранения материи и движения).

1750

- Б. Франклин (США) сформулировал «унитарную» теорию электричества, ввел понятия и термины положительного и отрицательного зарядов и соответствующие обозначения (+ и –), установил закон сохранения электрического заряда и дал на основании своей теории объяснение принципа действия лейденской банки [172].
- Изобретение молниеотвода – Б. Франклин (США). В июне 1752 г. Б. Франклин запустил в небо змея с металлическим наконечником и во время грозы зарядил лейденскую банку. Опыт с воздушным змеем послужил прямым доказательством электрической природы молний. Этот опыт произвел сенсацию и стимулировал развитие электрических исследований [37, 172]. В 1754 году молниеотвод построил чех П. Дивиш.

1752

- Российские ученые М.В. Ломоносов и Г.В. Рихман построили «громовую машину» для извлечения электричества из туч. Основой машины был высокий металлический шест на крыше. Нижний конец шеста внутри здания прикреплялся к устройству, напоминающему современный электроскоп. В 1753 году профессор Г.В. Рихман во время эксперимента был убит шаровой молнией.
- Швейцарский философ И.Г. Зульцер обнаружил, что контакт двух разных металлов (например, свинца и серебра) кисловат на вкус, в то время как каждый из металлов отдельно такого вкуса не дает – это было «предтечей» электрической батареи [37].

1753

- Д.-Б. Беккариа (Италия) показал, что электрический заряд в проводнике распределяется по его поверхности.
- Ч. Моррисон (Великобритания) предложил систему электростатического телеграфа, в которой он использовал 26 (по числу символов латинского алфавита) изолированных проводов, проводящих заряды от лейденских банок к маленьким кусочкам бумаги, на которых были написаны соответствующие проводу символы алфавита.

1756

- Л. Эйлер (Россия) ввел в механику понятие потенциала и нашел замечательное свойство этого потенциала, выражаемое так называемым уравнением Лапласа.

1757

- Ф.У. Эпинус (Россия), опираясь на идеи Б. Франклина и И. Ньютона, разработал теорию электрических и магнитных явлений, подчеркнув их сходство. Он впервые объяснил явления электростатической индукции, поляризации, предложил идею электрофора (см. 1775 г.), предсказал колебательный характер разряда лейденской банки. В 1759 году разработал математическую теорию электрических и магнитных явлений. Построил первый ахроматический микроскоп (ок. 1784 г.)

1758

- Наблюдение поляризации диэлектрика – И. Вильке (Швеция)

1760

- С помощью сконструированного им электрометра Д. Бернулли (Швейцария) установил закономерность взаимодействия электрических зарядов: сила взаимодействия электрических зарядов обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Закономерность обратных квадратов для электрического взаимодействия подтвердил в 1772 г. Г. Кавендиш (Великобритания), количественная зависимость сформулирована в 1785 г. в виде закона Кулона (Франция).

1772

- Английский ученый в области химии и физики Г. Кавендиш представил Королевскому обществу «Попытку объяснения некоторых принципиальных явлений электричества с помощью эластичной жидкости». Так как автор был безразличен к публикациям, его работу издал 100 лет спустя У. Томсон (лорд Кельвин) и завершил Дж. Максвелл (Великобритания). Сам же Г. Кавендиш не только сформулировал закон обратной квадратичной пропорциональности, но и ввел понятия электростатической емкости и диэлектрической проницаемости [37].

1774

- Начало производства и продаж вычислительных устройств, обладавших точностью до 11 знаков – Ф.М. Ганн (Великобритания). В 1778 году разрядность арифмометра достигла 14 [198].

1775

- Усовершенствование электрофора – прибора для получения трением электрических зарядов – А. Вольта (Италия). Изобретен в 1757 году Ф. Эпинусом (Россия).
- Решение Французской академии наук о том, что она отказывается от рассмотрения любых проектов вечного двигателя.

1777

- Ж. Лагранж (Франция) ввел понятие скалярного потенциала для описания гравитационных полей [37].

1781

- А. Вольта (Италия) изобрел чувствительный электроскоп с соломинками [172].

1783

- А. Вольта (Италия) построил электрический конденсатор [172].

1784

- Ш. Кулон (Франция) исследовал упругое кручение нитей и построил крутильные весы.

1785

- Количественно сформулирован основной закон электрического взаимодействия (закон Кулона) – Ш. Кулон (Франция). Обратно пропорциональную зависимость силы электрического взаимодействия от квадрата расстояния обнаружили также в 1760 году Д. Бернулли (Швейцария), в 1766 году Дж. Пристли (Великобритания) и в 1771 году Г. Кавендиш (Великобритания) [172].

1786

- Американский астроном Д. Риттенгаус создал дифракционную решетку. С 1821 года дифракционные решетки получили широкое использование у Й. Фраунгофера (Германия), что дало повод некоторым исследователям считать его изобретателем первой дифракционной решетки [172].

1787

- Э.Ф.Ф. Хладни (Германия), известный прежде всего как основоположник экспериментальной акустики, открыл продольные колебания струн и стержней, осуществил опыты по изучению колебаний пластин с образованием акустических фигур (фигуры Хладни). В 1796 году Хладни измерил скорость звука в твердых телах по отношению к ско-

рости звука в воздухе, а в 1799 открыл вращательные колебания стержней [172].

1788

- Ш. Кулон (Франция) распространил открытый им закон взаимодействия точечных электрических зарядов на взаимодействие точечных полюсов магнита.
- 9 января Ф. Сальва (Испания) представил Академии наук Барселоны доклад о положительном и отрицательном электричестве с идеей о том, что нет двух видов электричества, а есть избыток или недостаточное количество одного [79].

1791

- Л. Гальвани (Италия) опубликовал результаты своих исследований в «Трактате о силах электричества при мышечном движении». Еще в 1773 году Л. Гальвани начал анатомическое исследование движений мышц лягушек, а в 1780 провел на них свои первые электрофизиологические опыты. 11 лет исследований и экспериментов привели к открытию (1786) в ткани лягушки кратковременных импульсов электрического тока, или, как он назвал, «животного» электричества. Гальвани заметил, что если соединить металлическим проводником мышцы и нервы только что убитой и препарированной лягушки, сразу же происходит сокращение ее мышц. Сокращения становятся более сильными и длительными, если проводник состоит из двух разнородных металлов, например железа и меди или серебра. И Гальвани сделал вывод, что сокращения мышц лягушки обусловлены возникновением в них электрического тока. Однако причину этого он видел в наличии в каждом животном так называемого собственного животного электричества и разработал его теорию, согласно которой мышцы и нервы образуют что-то подобное «обкладке» лейденской банки, а металлический проводник служит разрядником. Ошибку Гальвани вскоре исправил А. Вольта (Италия), доказавший, что электрические токи в опытах Гальвани возникали вследствие соединения металлических проводников с животными тканями [32, 37].
- Изобретение стрелочной сигнализации на основе передачи видимых изображений – К. Шапп (Франция).

1792

- Изобретение семафорного телеграфа – К. Шапп (Франция). В 1793-94 гг. была сооружена первая линия оптического телеграфа между

Парижем и Лиллем. Вслед за ней стали строиться новые линии, главным образом для военных целей. Система телеграфа Шаппа сохранила свое значение до введения электрического телеграфа в середине XIX в.

1795

- Дж. Муррей в Англии разработал визуальный телеграф. В сентябре Британское адмиралтейство приняло проект Муррея и создало первую линию из 15 станций. Муррей получил за изобретение 2000 фунтов. В устройстве кодовые комбинации формировались открытием/закрытием шести створок на специальной раме. Эта система получила огромную популярность в Англии и США, где до сих пор можно встретить остовы «телеграфных холмов», особенно в прибрежных районах. Телеграф использовался примерно до 1816 г.

1796

- Ф. Сальва продемонстрировал королю Испании в Мадриде работу электрического телеграфа, в котором провода подключались к источнику тока в зависимости от передаваемой буквы (первый электростатический телеграф). Позже, в 1804 году (на пять лет ранее телеграфа С. Зоммеринга в Германии), Ф. Сальва предложил построить линию электрической связи между Мадридом и Аранхуэсом длиной 50 км. Такая линия могла бы обеспечить более надежную связь, чем построенная А. Бетанкуром (Испания) в 1799 году линия оптической связи [79].

1798

- Предложения об организации сигнализации прерыванием света – последовательностью неравномерных кодов – Э. Кесслер (Великобритания).

1799

- Изобретение электрохимического источника постоянного тока – батареи Вольта из серии последовательно соединенных медных и цинковых колец, помещенных в кислотный раствор (электролит) – А. Вольта (Италия). Годом позже английский химик Г. Дэви разработал теорию батареи, основанную на идее контактных потенциалов [37, 172].

1800

- Открытие теплового действия электрического тока – А. Фуркруа (Франция).
- Открытие явления разложения воды электрическим током – У. Никольсон (Великобритания), Э. Карлейль (Великобритания), И. Риттер (Великобритания). Выделение из воды водорода и кислорода при пропускании через нее электрических искр наблюдали в 1789 году А. Труствик и И. Дейман (Нидерланды). В 1802 году исследованием химического действия электрического тока также занимался У. Волластон (Великобритания) [37].
- Открытие инфракрасных лучей – У. Гершель (Великобритания).
- Оптические наблюдения привели Т. Юнга (Великобритания) к мысли, что господствовавшая в то время корпускулярная теория света неверна. Он высказался в пользу волновой теории. Его идеи вызвали возражения английских учёных; под их влиянием Юнг отказался от своего мнения. Однако в трактате по оптике и акустике «Опыты и проблемы по звуку и свету» (1800) учёный вновь пришёл к волновой теории света и впервые рассмотрел проблему суперпозиции волн. Дальнейшим развитием этой проблемы явилось открытие Т. Юнгом принципа интерференции (сам термин был введён Т. Юнгом в 1802 году) и установление принципа суперпозиции волн. В 1817 г. Томас Юнг высказал идею о поперечности световой волны [172]. Принцип интерференции света вновь открыл в 1815 году О.Ж. Френель (Франция).
- Дж. Гроут (США) получил первый патент на оптический телеграф [41].

XIX ВЕК

XIX век – век промышленной революции, время рождения паровой машины, телефона и радио.

Основными достижениями научной мысли этого столетия были: открытие теплового, химического, светового и магнитного действия электрического тока; открытие и изучение ряда важных физических явлений – разложения воды электрическим током, химического действия тока, внутреннего фотоэффекта у селена, односторонней электропроводимости полупроводниковых материалов. Были обнаружены явления электромагнитной индукции и колебательного характера искрового разряда, эффект катодного излучения и способность катодных лучей отклоняться под действием магнитного поля, пьезоэлектрический эффект, установлены законы электромагнитной индукции и закономерности протекания электрического тока в цепях, разработана теория электромагнитного поля.



Андре Мари Ампер
1775 – 1836



Майкл Фарадей
1791 – 1867



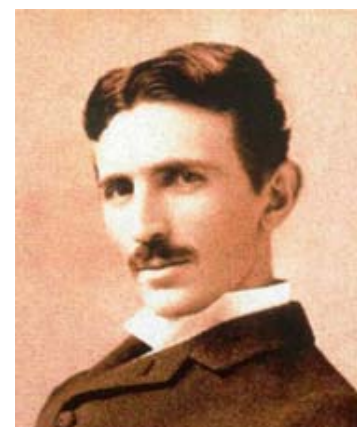
Джеймс Кларк Максвелл
1831 – 1870



Генрих Герц
1857 – 1894



Георг Ом
1787 – 1854



Никола Тесла
1856 – 1943

Результатом накопленных знаний стало создание первых устройств излучения и приема электромагнитных волн. Были изобретены электростатический и электромагнитный телеграф, телефон, пишущая машинка и аналитическая вычислительная машина с запоминающим устройством, свинцовый аккумулятор, электрическая лампа накаливания, фонограф и «телефотограф», граммофон, первый калькулятор, детектор электрических колебаний из металлического порошка (когерер) и осциллографическая трубка для наблюдения быстропротекающих электромагнитных явлений.

К концу XIX века были созданы все необходимые предпосылки для изобретения радио – самого замечательного изобретения в новейшей истории человечества.

1801

- Открытие ультрафиолетовых лучей – У. Волластон, И. Риттер (Великобритания).

1802

- У. Никольсон (Великобритания) открыл световое действие электрического тока.
- Изобретение электрохимического телеграфа – де Сальва (Испания).
- Опыт Т. Юнга по получению интерференции света от двух отверстий [172].
- Открытие В.В. Петровым (Россия) электрической дуги и проведение с ней ряда опытов (плавление металлов, сжигание различных веществ). «Если на стеклянную плитку или на скамеечку со стеклянными ножками будут положены два или три древесных угля, способные для произведения светящихся явлений посредством гальвано-вольтовой жидкости, и если потом металлическими изолированными направителями, сообщенными с обоими полюсами огромной батареи, приближать оные один к другому на расстояние от одной до трех линий (2,1-6,3 мм), то является между ними весьма яркий белого цвета свет или пламя, от которого оные угли скорее или медленнее загораются и от которого темный покой довольно ясно освещен быть может». Подобные опыты осуществил в 1810 году Г. Дэви (Великобритания).

1803

- В.В. Петров (Россия) опубликовал работу «О гальвани-вольтовых опытах». Построил самую мощную по тем временам батарею из 2100

гальванических элементов, соединенных последовательно с помощью медных скобок, состоящую из четырех рядов по 3 м длиной.

- Т. Юнг (Великобритания) измерил длины волн разных цветов, получил для длины волны красного света значение 0,7 микрона, для фиолетового – 0,42 микрона [172].

1804

- Т. Юнг (Великобритания) выдвинул идею неподвижного, не увлекаемого Землей эфира (идею частично увлекаемого эфира в 1818 году высказал французский ученый О.Ж. Френель).
- Использование связанной последовательности перфорированных карт для управления процессом производства ткани в ткацком станке. Тогда трудно было оценить вклад данного изобретения для дальнейшего развития техники. По сути дела, это был первый вид внешней памяти, которая использовалась для запоминания узоров ткани, – Ж.М. Жаккар (Франция). Ранее перфоленту использовал Б. Бушон (1725), набор перфокарт – Ж.-Б. Фалькон (1728), однако их станки были полуавтоматическими. Станок Ж. Вокансона (1745) был автоматическим, но без перфокарт, а с кулачковым барабаном. Ж.М. Жаккар объединил все лучшее: его станок был автоматическим и управлялся перфокартами [198].

1807

- Установление возможности представления произвольной периодической функции, даже содержащей разрывы, в виде бесконечного ряда синусоидальных гармоник – Ж.Б.Ж. Фурье (Франция). Строгое доказательство этого утверждения (теоремы Фурье) было дано П.Г. Дирихле (Германия) [37, 45, 63].

1808

- Введение понятия «поляризация» для обозначения соответствующих характеристик оптического излучения – Э.Л. Малюс (Франция). Открытие закона, названного его именем (закон Малюса).

1809

- Немецкий физик С. фон Соммеринг использовал водородные пузыри, появляющиеся на отрицательном электроде, в качестве индикатора наличия сигнала – вариант электрохимического телеграфа, предложенного ранее Ф. Сальва (Испания). В следующем году С. фон Сом-

меринг разработал в Мюнхенской Академии Наук сложную 35-проводную телеграфную систему, основанную на электрохимических токах и соержащую 35 колб с жидкостью и столько же проводов.

1811

- С. Пуассон (Франция) распространил теорию потенциала на явления электростатики, сформулировав, в частности, теорему, названную его именем (в 1824 году он распространил ее и на магнетизм).
- Английский химик Г. Дэви обнаружил, что электрический разряд между двумя полюсами сопровождается свечением [37, 53, 109].
- Французский физик Д.Ф. Араго изобрёл полярископ, с помощью которого открыл хроматическую поляризацию света и впервые наблюдал вращение плоскости поляризации света в кварце.

1812

- П.С. Лаплас (Франция) показал, что электрическое поле на поверхности проводника перпендикулярно этой поверхности и пропорционально плотности поверхностного заряда [37].
- Опубликована «Аналитическая теория вероятностей» П.С. Лапласа (Франция).

1814

- Книга «Опыт философии теории вероятностей» – П.С. Лаплас (Франция).
- Введение системы флажной морской сигнализации – А.Н. Бутаков (Россия). Бутаков составил полный словарь семафорных сигналов.

1815

- О.Ж. Френель (Франция) переоткрыл принцип Гюйгенса (1690) и дополнил его представлением о когерентности элементарных волн и их интерференции (принцип Гюйгенса-Френеля).

1816

- Изобретение нового вида электростатического телеграфа (см. Ф. Сальва, 1796 год) – Ф. Рональдс (Великобритания). В своем саду в Хэммерсмите Рональдс смонтировал 13-километровую линию из подвешенного провода и читал передаваемые по нему сообщения по отклонениям легких подвижных шариков, особым образом подключенных к концу провода. Будучи наэлектризованными, эти шарики взаимно отталкивались, принимая положение, условно обозначающее переданную букву.

1817

- Шведский ученый Й.Я. Берцелиус получил селен в осадке, образующемся при перегонке (дистилляции) пирита [53].

1818

- Создание О.Ж. Френелем теории дифракции света в форме построения зон (зоны Френеля) [172].

1819

- Основание Петербургского университета.

1820

- 15 февраля профессор Копенгагенского университета Х.К. Эрстед, читая лекцию студентам, демонстрировал тепловое действие тока. Случайно около нагреваемой током проволоки оказался компас, не убранный с предыдущего занятия. Один из студентов обратил внимание, что стрелка компаса поворачивается, когда по проволоке идет ток, и указал на это профессору. Так было открыто магнитное действие тока. Эрстед был не первым, отметившим это явление. Еще в 1802 году итальянский физик Романьези описал в «Мемуаре», что «гальванический ток заставляет отклоняться магнитную стрелку». Однако открытие Романьези не было оценено. Сам Эрстед также высказал в 1812 году предположение о «влиянии электрических сил на магнит», чем было положено начало исследованиям по электромагнетизму [7, 37, 53, 151].
- Открытие взаимодействия электрических токов – А.М. Ампер (Франция). Ампер установил связь между направлением тока в проводнике и направлением отклонения магнитной стрелки – «правило пловца» или «правило левой руки», а также показал взаимодействие двух прямых параллельных проводников с током [45].
- А.М. Ампер (Франция) высказал идею использования электромагнитных явлений для передачи сигналов. Он же предложил проект стрелочного телеграфа на основе открытия Эрстеда. Однако проект Ампера был совершенно непрактичным, ибо он предлагал использовать отдельную проволоку и иметь отдельную стрелку для каждой буквы алфавита или иного знака [45].
- И.С. Швейгер (Германия) представил первый гальванометр, независимо от него подобный прибор представил И. Погендорф, тоже из Германии, и назвал его мультипликатором [41,45].

- Ж. Био и Ф. Савар (Франция) открыли закон, определяющий напряженность магнитного поля прямого тока (закон Био-Савара).
- Д. Араго (Франция) обнаружил намагничивание железных опилок электрическим током.
- Применение линз для приборов дальнего освещения – О.Ж. Френель (Франция).
- Французский физик А.С. Беккерель (отец Александра Беккереля и дед лауреата Нобелевской премии Антония Беккереля) впервые наблюдал пьезоэффект, а семью годами позже – эффект диамагнетизма [153].
- Ш.К. Тома де Кольмар (Франция) создал арифмометр, основанный на использовании ступенчатого валика (как было и в калькуляторе Лейбница), способный производить умножение и деление. По своим возможностям арифмометр превосходил все известные в то время машины, так как мог оперировать тридцатизначными числами. Тома не знал конструкцию Лейбница и самостоятельно переизобрел ее. Хотя Тома получил патент на свой арифмометр в том же году, первые арифмометры появились в продаже лишь в начале 1840-х годов, и только после 1855 года, когда Французская академия рассмотрела проект Тома, арифмометр получил коммерческий успех [118, 199].

1821

- Открытие термоэлектрического эффекта – Т. Зеебек (Германия).
- Установлена зависимость сопротивления проводника от его длины и поперечного сечения – Г. Дэви (Великобритания).
- М. Фарадей (Великобритания) обнаружил, что проводник с током вращается вокруг магнитного полюса и что намагниченная игла вращается вокруг проводника с током.
- Британец Ч. Уитстоун показал своеобразный фокус: из подвешенной на потолке коробки раздавались звуки различных музыкальных инструментов. На самом деле коробка висела на толстом рельсе, а другой конец этого рельса был приставлен к инструменту в соседнем помещении. Звук передавался по рельсу достаточно далеко, и Уитстоун даже предлагал использовать такой «телефон» для связи между городами.

1822

- Книга «Основания гармонического анализа» – Ж.Б.Ж. Фурье (Франция).

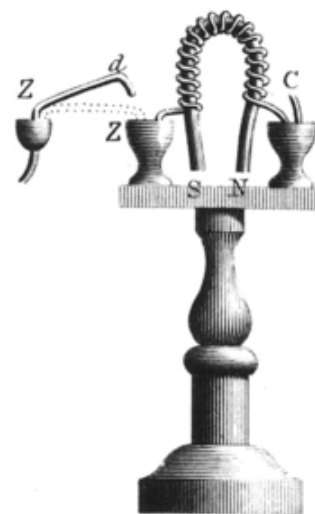
- А.М. Ампер (Франция) построил соленоид.
- Ч. Бэббидж (Великобритания) опубликовал статью с описанием вычисляющей машины, получившей название *разностной машины* (Difference Engine), и вскоре приступил к её практическому созданию. Эта машина должна была вычислять значения многочленов до шестой степени с точностью до 18-го знака. В том же году Бэббиджем была построена модель разностной машины, состоящая из валиков и шестерней, вращаемых вручную при помощи специального рычага. Завершена машина не была, поскольку Бэббидж увлекся созданием новой программируемой механической аналитической машины, имеющей память, центральный процессор и программирующее устройство (см. 1830 год). В 1991 году, к двухсотлетию со дня рождения ученого, сотрудники лондонского Музея науки воссоздали по его чертежам 2,6-тонную «разностную машину № 2», а в 2000 году – еще и 3,5-тонный принтер Бэббиджа. Оба устройства, изготовленные по технологиям середины XIX века, превосходно работают – в расчётах Бэббиджа было найдено всего две ошибки [37,114, 199].

1823

- Опубликован труд А.М. Ампера (Франция) «Теория электродинамических явлений, выведенная исключительно из опыта».
- О.Ж. Френель открыл законы преломления и отражения света на плоской неподвижной поверхности раздела двух сред (формулы Френеля) [172].

1824

- Английский инженер У. Стерджен изготовил первый электромагнит, представляющий собой согнутый стержень из мягкого железа с обмоткой из толстой медной проволоки. Для изоляции от обмотки стержень был покрыт лаком. При пропускании тока железный стержень приобретал свойства сильного магнита, но при прерывании тока он мгновенно их терял. Именно эта особенность электромагнитов и позволила широко применять их в технике.



В следующем году Стерджен создал электромагнит, способный удерживать

живать вес больше собственного: 200-граммовый электромагнит, используя ток одного элемента питания, был способен удерживать 4 кг железа.

- Французский физик Д.Ф. Араго первым получил искусственные магниты из стали и продемонстрировал действие вращающейся металлической пластинки на магнитную стрелку (так называемый «магнетизм вращения»).
- Французский математик С.-Д. Пуассон сформулировал закон, названный в его честь, распространил теорию потенциала на магнитные явления и разработал математическую теорию магнетизма [150].

1825

- Л. Нобили (Италия) изобрел астатический гальванометр [45].

1826

- Г.С. Ом (Германия) экспериментально установил закон, связывающий силу тока в электрической цепи, сопротивление и напряжение на нем (закон Ома). В 1827 году он вывел этот закон теоретически [172].
- А.М. Ампер (Франция) опубликовал сборник результатов своих исследований по электромагнетизму «Теория электродинамических явлений, выведенная исключительно из опыта», в котором он записал выражение для магнитного поля, создаваемого малым сегментом тока, отличное от того, которое следовало из закона Био и Савара. Дж.К. Максвелл (Великобритания) назвал эту работу «самой совершенной по форме и непревзойденной по точности». Он писал: «Исследования Ампера принадлежат к числу самых блестящих работ, которые были проведены когда-либо в науке. Теория и опыт как будто в полной силе и законченности вылились из головы этого «Ньютона электричества» [7, 150].

1827

- Введены понятия электродвижущей силы, падения напряжения в электрической цепи и проводимости – Г.С. Ом (Германия).
- Британский изобретатель Ч. Уитстоун первым предложил использовать термин «микрофон». Его нехитрый инструмент для усиления слабых звуков – две тонкие рейки, сообщавшие механические колебания ушам, не имел ничего общего с тем, что теперь называется микрофоном. Микрофон, как устройство для преобразования акустического сигнала в электрический с сохранением волновых характери-

стик, появился в 1876 году. Правда, назывался он совершенно иначе – liquid transmitter (жидкостный передатчик).

- Российский электротехник Б. Якоби построил первый пишущий телеграф с использованием указателей, в которых электромагнит притягивал железную пластинку-якорь, осуществлявшую запись принятых сообщений в виде ломаной карандашной линии на фарфоровой доске [7].

1828

- Английский пекарь (в дальнейшем известный математик) Г. Грин опубликовал «Эссе о применении математического анализа в теории электричества и магнетизма», где он впервые применил термин «потенциал», разработал теорию электростатического экранирования (см. 1840 г.) и сформулировал теорему Грина. В 1833 году Г. Грин в возрасте 40 лет стал студентом Кембриджского университета [41, 37].

1829

- Патентование пишущей машинки – У.О. Барт (США).
- А.С. Беккерель (Франция) изобрел слабо поляризующийся гальванический элемент. В 1836 году постоянный химический элемент с деполаризатором построил британец Дж. Даниель (элемент Даниеля), а в 1839 году – британец У. Гроув (элемент Гроува) [172].

1830

- Ч. Бэббидж предложил проект аналитической машины (Analytical Engine), которая стала прообразом современного цифрового компьютера. В единую логическую схему Бэббидж увязал арифметическое устройство, регистры памяти, объединенные в единое целое, и устройство ввода/вывода, реализованное с помощью перфокарт трёх типов (см. 1822 г.). Перфокарты операций переключали машину между режимами сложения, вычитания, деления и умножения. Перфокарты переменных управляли передачей данных из памяти в арифметическое устройство и обратно. Числовые перфокарты могли быть использованы как для ввода данных в машину, так и для сохранения результатов вычислений, если памяти было недостаточно. Analytical Engine так и не была реализована. Изобретатель писал в 1851 году: «Все разработки, связанные с Analytical Engine, выполнены за мой счет. Я провел целый ряд экспериментов и дошел до черты, за которой моих возможностей не хватает. В связи с этим я вынужден отказаться от дальнейшей работы». Работая над аналитической машиной, Бэббидж сде-

лал более 200 чертежей её различных узлов и около 30 вариантов компоновки. В 1864 году он составил научный прогноз: «Пройдет, вероятно, полстолетия, прежде чем люди убедятся, что без тех средств, которые я оставляю после себя, нельзя будет обойтись». Он ошибся на 30 лет: в начале сороковых годов XX века. Г. Айкен (США) построил машину Mark I, о которой говорил как об «осуществленной мечте Бэббиджа». Производительность Mark I в десять раз превышала расчетную скорость Analytical Engine [115, 199].

- Британский физик У. Ричи продемонстрировал электрический телеграф – передачу сигналов на расстояние 20-30 метров при использовании крутильного гальванометра [45].
- Ф. Савар (Франция) установил пределы слышимости нормального уха человека: 24 000 Гц (верхний предел) и 14-16 Гц (нижний предел) [172].
- П.Л. Шиллинг (Россия) построил аппарат, содержащий лишь шесть магнитных стрелок. На приемном аппарате стрелки были подвешены на шелковых нитях над катушками из проволоки. На этих же нитях были укреплены картонные кружки белого цвета с одной стороны и черного – с другой. При пропускании по обмотке катушки тока соответствующая стрелка поворачивалась в ту или иную сторону, открывая белый или черный кружок. Комбинации кружков соответствовали буквам и иным знакам согласно разработанному Шиллингом специальному коду – прообразу будущего кода Морзе. Для передачи использовались 16 черных и белых клавиш, соединенных с катушками семью проводами. Восьмой провод использовался для вызывного звонка. Совершенствуя свой аппарат, Шиллинг сумел в дальнейшем уменьшить количество проводов до двух.
- Г.С. Ом выполнил первые измерения э.д.с. источника тока [172].
- И. Гаусс сформулировал основную теорему электростатики [172].

1831

- Открытие явления электромагнитной индукции – М. Фарадей (Великобритания) и независимо – Дж. Генри (США). Однако Фарадей первым опубликовал свое открытие. Он заметил, что изменение тока в одной цепи вызывает появление тока в соседней цепи и попытался объяснить это изменением магнитного потока, понятие о котором ранее ввел Н. Кабео (Италия) [45, 59, 63].

- М. Фарадей (Великобритания) показал, что вибрацию металла можно преобразовать в электрические импульсы. Это была техническая база для появления телефона, но никто пока не использовал это явление для передачи звука [109].
- Дж. Генри (США) изобрел электромагнитный телеграф, используя подковообразный магнит, вращающийся стержень и звонок [37, 58].
- М.В. Остроградский (Россия) вновь «открыл» обратную теорему Лагранжа, Гаусса, Грина [37].

1832

- Изобретение электромагнитного реле – Дж. Генри (США).
- Дж. Генри (США) описал обнаруженное им явление самоиндукции и экстратоки, а также (в 1828 году) усовершенствовал электромагнит У. Стерджена (Великобритания) (см. 1824 год). В память об этом индуктивность стали измерять в единицах «Генри».
- И. Пикси конструировал различные физические инструменты. В 1832 году сконструировал первую магнитоэлектрическую машину, работающую на принципе электромагнитной индукции (генератор переменного тока). Используя коммутатор Ампера, получил во внешней цепи ток одного направления (Франция).
- П.Л. Шиллинг (Россия) демонстрировал свой телеграф императору Николаю I, пришедшему в полный восторг от «электрикомагнетического телеграфа». Вскоре были построены аппараты у него в Зимнем Дворце и у трех самых близких ему лиц – шефа жандармерии, министра путей сообщения и одной из фрейлин [7].
- Создание абсолютной системы электрических и магнитных единиц – В. Вебер, И. Гаусс (Германия). И. Гаусс предложил абсолютную систему мер, в которой за единицу длины принял миллиметр, за единицу массы – миллиграмм, за единицу времени – секунду.
- Американец С. Морзе предложил проект телеграфного аппарата, в 1834 году предложил код для передачи телеграфных сигналов, названный его именем, а в 1835 году построил модель телеграфа. В 1836 году немецкий физик К. Штейнгель создал записывающий телеграфный аппарат с использованием телеграфного кода [37, 45, 56].

1833

- Немецкий математик, астроном и физик И. Гаусс и его коллега В.Э. Вебер построили установку для передачи сигналов на расстояние

5 000 футов. Фактически это был электрический телеграф, но авторы не считали изобретение достойным публикации.

- М. Фарадей (Великобритания) первый заметил падение электрического сопротивления сернистого серебра с ростом температуры, что является характерным признаком полупроводников [172].
- Установление М. Фарадеем (Великобритания) законов электролиза.
- Английский математик С. Кристи изобрел «электрический мост» и использовал его для изучения законов электромагнитной индукции [37, 177].

1834

- Б.С. Якоби (Россия) построил один из первых практических электромоторов постоянного тока – электродвигатель с вращающимся рабочим валом [172].

1834

- Г.Ф. Ленц (Россия) сформулировал правило определения направления индуцированного тока Фарадея (правило Ленца), по которому направление индукционного тока всегда таково, что он препятствует тому действию (например, движению), которым вызывается. Первоначально это было скорее правило для сил, а не для электродвижущих сил: индуцированные токи текут в таком направлении, чтобы сохранять неизменным направление магнитного потока. Так Г. Ленц предсказал, что если вводить проводник в магнитное поле, он будет выталкиваться, и наоборот, будет втягиваться, если его выводить из магнитного поля [37].

1834-1852

- Разработка основ учения об электромагнитном поле – М. Фарадей (Великобритания):
 - 1834 – постулировал существование ионов (экспериментальное доказательство их дал в 1853 году И. Гитторф (Германия));
 - 1835 – доказал существование экстратоков при замыкании и размыкании цепи;
 - 1837 – обнаружил влияние диэлектриков на электростатическое взаимодействие; высказал мысль о распространении электрического и магнитного действия через среду (поляризацию диэлектрика в 1758 г. наблюдал И. Вильке (Швеция));

1839 – предсказал электреты как электростатические аналоги постоянного магнита (термин ввел в 1892 О. Хевисайд (Великобритания)). Получены М. Эгучи (Япония) в 1919 (названы впоследствии термоэлектретами). В 1938 г. Г. Наджаков (Болгария) открыл фотоэлектреты, а в 1958 г. Б. Гросс (Бразилия) – радиоэлектреты;

1840 – экспериментально продемонстрировал эффект электростатического экранирования, описанного в 1828 году Г. Грином (Великобритания) [37, 75] (см. 1828 г.);

1843 – экспериментально доказал закон сохранения электрических зарядов;

1844 – выдвинул идею поля, ввел понятие силовых линий (идея поля). Теория силовых линий Фарадея – это теория поля о своей первоначальной форме;

1845 – открыл диамагнетизм и парамагнетизм (он же ввел термины);

1845 – открыл магнитное вращение плоскости поляризации света (эффект Фарадея).

1835

- Г.Ф. Ленц (Россия) экспериментально доказал уменьшение сопротивления металлов при охлаждении.
- Немецкий физик Т. Мунк Рошеншольд наблюдал влияние электромагнитного поля на проводимость металлических порошков в опыте с оловянным порошком, помещенным вблизи разряжающейся лейденской банки, и открыл выпрямляющее действие полупроводников [41, 56, 108].
- Дж. Генри (США) создал первое реле [41, 45].
- С. Морзе (США) продемонстрировал записывающий телеграф [45].

1836

- Б.С. Якоби (Россия) построил один из первых практических электродвигателей постоянного тока – электродвигатель с вращающимся рабочим валом.
- Д.Ф. Дэниэль (Великобритания) предложил идею улучшенной электрической батареи, ток которой оставался постоянным при продолжительной эксплуатации [37].
- Изобретение катушки индуктивности – Н. Каллан (Великобритания). Она состояла из первичной и вторичной обмоток вокруг общего железного стержня. К первичной обмотке подсоединялась батарея, и при

прерывании тока на концах более длинной вторичной возникала искра [171]. Катушка получила известность как катушка Румкорфа, будучи создана вновь в 1851 г. во Франции (см. 1851 г.).

1837

- Ч. Уитстоун (Великобритания) установил, что тембр звука определяется относительной интенсивностью обертонов.
- Британцы В. Кук и Ч. Уитстоун подали патентную заявку на телеграф с пятью магнитными стержнями, каждый из которых отклонялся при прохождении электрического тока (эксперимент Эрстеда). Отклоняя стержни последовательно парами, можно было сформировать алфавит из двадцати букв (британский патент 1841 года). В 1839 году они же подали патентную заявку на «точечный телеграф» (ABC Pointer Telegraph), последовательно печатающий буквы (британский патент 1840 года). Ч. Уитстоун разработал также двухстрелочный и даже однострелочный телеграфы, устанавливавшиеся вдоль железнодорожных линий Англии и кое-где сохранившиеся до середины XX века. Под руководством Уитстоуна была проложена первая морская линия Дувр – Кале в 1851 году, а теория электричества обязана ему знаменитым «мостиком Уитстоуна» [7, 45, 154].
- Демонстрация электромагнитного телеграфного аппарата с записью сигналов на бумажной ленте – С. Морзе (США). Позже Морзе предложил телеграфный код в виде коротких и длинных посылок – азбуку Морзе.
- Американский физик Ч.Г. Пейдж обнаружил эффект «гальванической музыки» в электрической цепи, состоящей из камертона, гальванического элемента и электромагнита. Последний издавал «поющий» звук, когда камертон, колеблясь, размыкал и замыкал цепь.
- Идея частотного телеграфирования для уплотнения телеграфных линий – Ч.Г. Пейдж (США).

1838

- В.Э. Вебер и И. Гаусс (Германия) применили понятие потенциала для описания магнитного поля Земли [150].

1839

- Начало работы телеграфной линии между Лондоном (Пэдингтон) и Западным Драйтоном, разработанной Ч. Уитстоуном; в 1843 году была удлинена В. Куком до Сло, достигнув общей длины 19 миль, про-

работала 10 лет (до 1849 года) и дала начало развитию телеграфа в Великобритании [37].

- Восточная Индийская Компания построила первую в Индии телеграфную линию протяженностью 21 миля, 7 000 футов которой проходили по дну реки [41, 45, 108].

1840

- Дж. Джоулем (Великобритания) и Г.Ф. Ленцем (Россия) независимо открыт закон Джоуля-Ленца – физический закон, дающий количественную оценку теплового действия электрического тока [59].
- Дж. Джоуль (Великобритания) обнаружил эффект магнитного насыщения ферромагнетиков и в 1842 году магнитострикцию [32, 109].
- Дж. Генри (США) делает попытку объяснить природу электрической искры.

1841

- В Париже начали использовать дуговые лампы для освещения площади Конкорд. Примеру французов последовали некоторые другие города Европы и Америки, но, в конечном счете, дуговое освещение себя не оправдало [37].
- Изобретатель из Шотландии А. Бейн создал первые электрические часы [37].

1842

- Установление колебательного характера разряда конденсатора – Дж. Генри (США). В 1847 колебательный характер разряда лейденской банки отмечал и Г. Гельмгольц (Германия). [172]
- Установлена зависимость частоты звуковых и световых колебаний от взаимного движения источника и наблюдателя – эффект Доплера – К. Доплер (Австрия). В 1848 году А. Физо (Франция) распространил этот принцип на оптические явления (эффект Доплера-Физо). В 1845 году Х. Бейс-Баллот (Нидерланды) экспериментально обнаружил эффект Доплера для акустических волн.
- Изобретение импульсно-шаговых стрелочных телеграфных аппаратов – Б.С. Якоби (Россия).
- Дж. Генри (США) осуществил первую успешную попытку связи на расстоянии: в Принстонском университете он разрядил лейденскую банку через заземленный провод и обнаружил отклонение магнитной стрелки на расстоянии нескольких сотен футов [37].

1842-1843

- Ада А. Лавлейс (Великобритания), дочь поэта Байрона, перевела с французского на английский язык статью Л.Ф Менабреа, посвященную аналитической машине Бэббиджа. Работая над переводом, Ада дополнила статью своими комментариями, примерами практического использования машин, а также составила «программу» вычисления чисел Бернулли. Так появились на свет первая в мире программа и первый программист Ада Лавлейс, имя которой увековечено в названии одного из языков программирования [199].

1843

- А. Бейн из Шотландии подал патентную заявку на устройство передачи изображения с помощью электричества. Он назвал свое устройство «электрохимический телеграф». Действующий прибор был создан только четырьмя годами позже [37].
- Ч. Уитстоун (Великобритания) изобрел способ измерения сопротивления (мостик Уинстона) [172]. Сам Ч. Уинстон никогда не претендовал на это изобретение. Просто он был первым, кто увидел возможность практического применения моста, описанного английским математиком С. Кристи [37].

1844

- Начало эры телекоммуникаций – 24 мая С. Морзе (США) передал первое сообщение (What hath God wrought?) по телеграфной линии Вашингтон – Балтимор.

1845

- Ф.Э. Нейман (Германия) получил формулу для взаимной индуктивности двух параллельных проводников [37].

1845-1847

- Разработка первой математической теории электромагнитной индукции и установление закона электромагнитной индукции для замкнутых проводников – Ф.Э. Нейман (Германия).

1845

- В. Вебер (Германия) разработал теорию электромагнитных явлений, установив закон взаимодействия двух движущихся зарядов [172].

1846

- В. Вебер (Германия) объединил анализ Ампера, эксперименты Фарадея и предположение немецкого физика и философа Г. Фехнера, что

токи состоят из равного количества положительных и отрицательных зарядов, движущихся с одинаковой скоростью в противоположных направлениях, создав электромагнитную теорию о силах, действующих между движущимися заряженными частицами. Его теория о зависимости потенциальной энергии от скорости частиц была неверной, но она стимулировала работы по развитию теории электромагнитного поля Дж. Максвеллом (Великобритания) и датским физиком Л. Лоренцем [37].

1847

- Установление закономерностей протекания электрического тока в цепях – Г. Кирхгоф (Германия) открыл закономерности в распределении электрического тока в разветвленной цепи (правила Кирхгофа).
- Г. Гельмгольц (Германия) опубликовал статью «О сохранении силы», в которой писал: «Сохранение энергии является универсальным принципом природы. Кинетическая и потенциальная энергия динамических систем может превращаться в теплов соответствии с законом Румфорда, Мэйера и Джоуля. Любая из этих форм энергии может переходить в химическую, электрическую или магнитную формы». Он также на шесть лет раньше, чем У. Томсон (лорд Кельвин, Великобритания), теоретически доказал колебательный характер разряда, который в 1840 открыл Дж. Генри (США), и на десять лет раньше Б. Феддерсена (Германия) проверил свою теорию экспериментально [37].
- Британский физик Ф. Бэквелл впервые осуществил телеграфную передачу изображения на расстояние.

1848

- У. Томсон (лорд Кельвин, Великобритания) ввел понятие абсолютной температуры и абсолютной шкалы температур (шкала Кельвина).
- В. Вебер (Германия) построил электродинамометр [172].

1849

- А. Меуччи (Куба) впервые наблюдал возможность передачи звука по проводам. Создав небольшой электрогенератор, он неожиданно обнаружил, что ток не только обладает могучей силой, но и оказывает оздоровляющее воздействие на организм человека. Он начал заниматься врачебной практикой. И однажды произошло чудо: присоединив во время одной из процедур проводки к губам и полости рта пациента,

Меуччи занял место у генератора в другой комнате и вдруг... отчетливо услышал возглас больного. Так Меуччи открыл, что электрический ток способен переносить звук на расстояние. В 1860 году Меуччи создал свой телефонный аппарат и напечатал в итальянской газете сообщение, что изобрел, наконец, «звук, бегущий по проводам» – телеграфон. В 1871 году Меуччи подает патентную заявку, но она была утеряна, и изобретателем телефона был признан А. Белл (США). 11 июня 2002 года Конгресс США принял резолюцию, в которой признал настоящим изобретателем телефона А. Меуччи [37, 151, 152].

- А. Физо (Франция) выполнил первое измерение скорости света в лабораторных условиях при помощи метода зубчатого колеса, получив значение 313 274,3 км/с. В 1850 году Ж. Фуко (Франция) выполнил измерение скорости света в воздухе и воде при помощи вращающегося зеркала. Скорость света в воде по данным Фуко составляла $\frac{3}{4}$ от скорости света в воздухе [172].

1850

- Г. Кирхгоф (Германия) опубликовал законы электрических цепей.
- Проложен первый подводный телеграфный кабель между Дувром (Великобритания) и Кале (Франция).

1851

- Г. Румкорф (Франция) построил индукционную катушку (катушку Румкорфа) и получил от нее искры длиной 50 см в воздухе. За свои исследования Румкорф получил Приз Вольты из рук Наполеона Бонапарта. (Ранее, в 1836 году индукционную катушку изобрел ирландец Н. Каллан, в 1838 г. – американец Ч. Пэйдж, но об их работах долго ничего не знали.) [171]
- А.Э. Беккерель (Франция) открыл фотогальванический эффект – изменение э.д.с. гальванического элемента под действием света (эффект Беккереля) [172].

1852

- Американский юрист Э. Смит предложил слово *телеграмма*.
- Братья Эдвард и Генри Хайтон (Великобритания) проводили эксперименты по организации связи между Англией и Францией – они погружали передающий и приемный провода в воду [37].

1853

- В Санкт-Петербурге (Россия) основано акционерное общество русских электротехнических заводов «Siemens & Halske» «для производ-

ства предметов, находящих применение в электротехнике». Впоследствии на заводе производилась сборка приборов радиотелеграфа, приемной и передающей искровой радиоаппаратуры и т.д. В 1918 г. переименован в Радиотехнический завод имени Козицкого.

- Экспериментальное доказательство существования ионов – И. Гитторф (Германия).
- У. Томсон (лорд Кельвин, Великобритания) разработал теорию электрических колебаний в электрическом контуре, состоящем из конденсатора и катушки, и вывел формулу для периода собственных колебаний в зависимости от емкости и индуктивности (формула Томсона) [37].
- Физик из Вены Ю. Гинтл изобрел дуплексный телеграф [37, 49, 154].
- Французский физик А. Физо создал электролитический конденсатор [37, 41].

1854

- У. Томсон (лорд Кельвин) в письме Г. Стоксу (Великобритания) сформулировал телеграфное уравнение $d^2V/dx^2 = RC \cdot dV/dt$, где x – пространственная переменная, R – сопротивление кабеля на единицу длины, C – емкость кабеля на единицу длины [37].
- Французский телеграфист Ш. Бурсель предложил идею электрической передачи звука. Принцип действия своего устройства Бурсель изложил в диссертации в 1854 году, но до практического осуществления телефонной связи он не дошел. Принцип был прост – замена телеграфного ключа на диск, вибрирующий от звука. Диск должен был быстро замыкать и размыкать электрическую цепь; такой же диск на принимающем конце издаст похожий звук. Эта конструкция (прототип микрофона) позволяла преобразовывать речь в электрические сигналы. Попытки разработать устройство для обратного преобразования потерпели неудачу. Ш. Бурсель был также первым, кто употребил слово «телефон» [37, 45].
- Д. Хьюз (США) изобрел буквопечатающий телеграф с 52 символами со скоростью 130 знаков/мин. В устройстве использовалась клавиатура, каждая клавиша которой обеспечивала печать соответствующего символа на удаленном телеграфном аппарате. Принцип работы устройства напоминал «golfball» (сферическая печатающая головка) и немного – современную печатную машинку. Значение изобретения Хьюза тем более велико, что к тому времени еще не была изобретена

печатающая машинка. Телепринтер (телекс) и клавиатура современных компьютеров являются прямыми наследниками изобретения Хьюза [37, 45, 154].

- Издано «Исследование законов мышления», где приведено описание системы символических и логических рассуждений, ставшей фундаментом для компьютерного проектирования – Дж. Буль (Великобритания).

1855

- Основываясь на работах и советах Бэббиджа, шведский издатель, изобретатель и переводчик Г. Шутц, работая вместе с сыном Эдвардом, начиная с 1853 года, сумел построить несколько разностных машин и даже сумел продать одну из них канцелярии английского правительства в 1859 году. В 1855 году разностная машина Шутца получила золотую медаль Всемирной выставки в Париже. Спустя некоторое время другой шведский изобретатель, М. Виберг, улучшил конструкцию машины Шутца и использовал ее для расчета и публикации печатных логарифмических таблиц [199].
- Ч. Уитстоун (Великобритания) создал *ABC Automatic Telegraph* – телеграфный аппарат, не требующий оператора, использующий на входе и выходе наборные диски (прототип коммутатора в телефонах середины XX века) [37].
- Ж. Лиссажу (Франция) разработал оптический метод наблюдения сложения колебаний – «фигуры Лиссажу» [37].
- В. Вебер и Р. Кольрауш (Германия) измерили скорость света как $3,1 \times 10^8$ м/с, сравнивая заряд лейденской банки, полученный методом электростатического притяжения и методом, зависящим от эффекта, производимого током при разрядке банки [37].
- Французский инженер Я. Гоген исследовал выпрямляющее действие между двумя металлическими шарами в вакуумной камере, создав прототип электрической лампочки [37, 41].
- Проложен первый подводный кабель, соединивший телеграфные сети Швеции, Дании и Германии [37, 45].

1857

- Г. Кирхгоф (Германия) был первым, кто предположил, что электромагнитная волна распространяется со скоростью света [37].

- Б.В. Феддерсен (Германия) экспериментально подтвердил резонансную частоту настроенного контура. Прибор, получивший название «часов Феддерсена», позволил сфотографировать электрическую искру. Длительность искры оказалась равной миллионным долям секунды. На фотографиях искр четко виден колебательный затухающий характер разряда [7].

1858

- В 1858-1862 годах Б.В. Феддерсен (Германия) изучал разряд лейденской банки, установил его колебательный характер и пропорциональность периода колебаний корню квадратному из емкости конденсатора ($T = 2\pi\sqrt{LC}$) [37].
- Схема квадратурного телеграфирования, обеспечивающая передачу сообщений по однопроводной линии одновременно навстречу друг другу – З.Я. Слонимский (Россия). Реализована в 1874 г. Т.А. Эдисоном (США).
- В 1856 году было основано акционерное общество «Atlantic Telegraph Company», которое в 1857 году приступило к укладке 4 500 километров армированного телеграфного кабеля. Суда «Агамемнон» и «Ниагара» начали прокладку от берегов Ирландии, однако из-за потери кабеля попытку пришлось отложить. После произошедшей в начале 1857 года второй безуспешной попытки, лишь с третьей (июль 1858 года) удалось проложить кабель от берегов Ирландии до Ньюфаундленда, 5 августа была установлена трансатлантическая телеграфная связь. 16 августа 1858 королева Великобритании Виктория и тогдашний президент США Дж. Бьюкенен обменялись поздравительными телеграммами. Приветствие английской королевы состояло из 103 слов, передача которых длилась 16 часов. В сентябре 1858 года связь была нарушена: ввиду недостаточной гидроизоляции кабель был разрушен коррозией. У. Томсон (лорд Кельвин, Великобритания) показал, что сигнал в такой линии будет сильно затухать при передаче на столь большое расстояние. Он разработал и запатентовал особо чувствительный телеграфный приемник, но не сразу был понят. Позже королева Виктория пожаловала ему титул лорда за его усилия в деле трансатлантической телеграфии.
- Прокладка телеграфного кабеля между Индией и Цейлоном [37, 41].
- У. Томсон (лорд Кельвин, Великобритания) создал зеркальный гальванометр.

1859

- Открытие катодных лучей – Ю. Плюккер (Германия). В 1869 году их также наблюдал и описал их свойства И. Гитторф (Германия).
- Г. Плантэ (Франция) разработал свинцово-кислотную перезаряжаемую батарею (аккумулятор). Первый аккумулятор содержал два скрученных в рулон листовых проводника, разделенных резиновыми лентами и погруженных в 10% раствор серной кислоты. Годом позже Плантэ представил батарею, состоящую из девяти подобных элементов, соединенных параллельно и помещенных в единый корпус. Батарея обеспечивала по тем временам весьма большой ток [37, 173].
- Открытие Г. Кирхгофом и Р. Бунзеном (Германия) спектрального анализа [172].

1860-1865

- Создание теории электромагнитного поля (первые дифференциальные уравнения поля записаны в 1855-56 годах) – Дж.К. Максвелл (Великобритания).

1860

- Построен двигатель постоянного тока с коллектором (кольцевой электродвигатель) и показана возможность его преобразования в динамо-машину – А. Пачинотти (Италия). Усовершенствован в 1869 году З. Граммом (Франция). В 1873 году Ф. Хефнер-Альтенек (Германия) заменил кольцевой якорь барабанным, упростив конструкцию и увеличив мощность.
- Введение Дж. Максвеллом (Великобритания) понятия о токе смещения.

1861

- В. Вебер (Германия) предложил фундаментальную систему электрических и магнитных измерений.
- Трансконтинентальная телеграфная линия соединила восточное и западное побережья Америки.
- 26 октября перед членами Физического общества Франкфурта И.Ф. Рейс провел демонстрацию аппарата, собранного из вязальной спицы, разбитой скрипки, мотка изолированной проволоки, гальванического элемента и пробки от бочонка. Аппарат демонстрировал принцип действия уха и назывался *телефоном*! Телефон Рейса воспроизводил только простые звуки, разобрать голос было практически невозможно.

1862

- М. Депре и д'Арсонваль (Франция) создали гальванометр Д'Арсонваля [37].
- Итальянский физик Дж. Казелли построил машину для передачи и приема изображений на расстояние с помощью телеграфа – *pantelegraph*. Казелли стал первым человеком, передавшим по проводам неподвижную картинку. Телеграф был испытан на линии Петербург – Москва. Использовался французским почтовым ведомством для связи между Парижем и Марселем до 1870 года.

1864

- В статье «Динамическая теория электромагнитного поля» Дж.К. Максвелл (Великобритания) впервые дал определение электромагнитного поля и заложил основы его теории. Записал двадцать уравнений для двадцати переменных. Ввел понятие о токах смещения. Показал идентичность электромагнитных колебаний и света.
- Американец М. Лумис дал первое описание беспроводной передающей системы, которую он продемонстрировал в 1866 году (связь на расстоянии 22,5 км), и получил патент в 1872 году. Это был *первый в мире патент по беспроводной связи*.

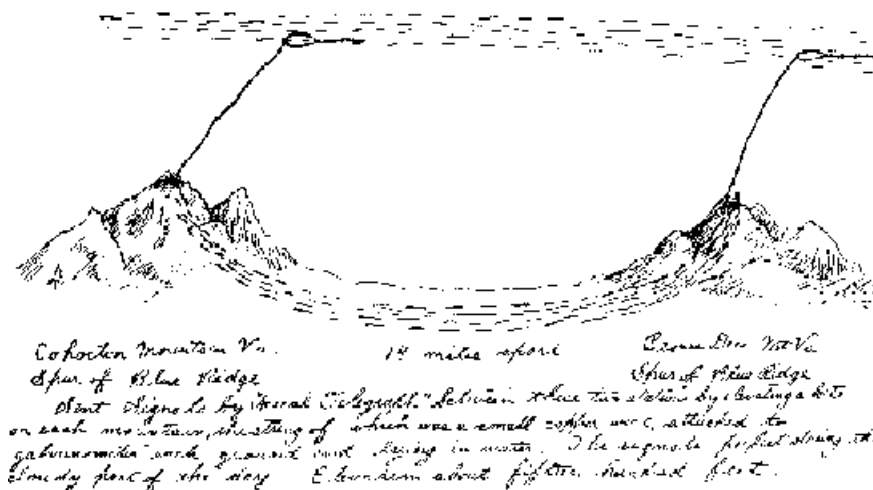


Рисунок М. Лумиса с описанием его системы

Связь осуществлялась при помощи двух электрических проводов, поднятых двумя воздушными змеями, один из них с размыкателем был антенной радиопередатчика, второй – антенной радиоприемника, при размыкании от земли цепи одного провода отклонялась стрелка гальванометра в цепи другого провода. К сожалению, никаких достоверных данных о характере экспериментов Лумиса, равно как и чер-

тежей его аппаратов не сохранилось. Американский патент также не содержит детального описания устройств, использованных Лумисом [38].

1865

- Дж.К. Максвелл (Великобритания) постулировал существование электромагнитных волн.
- Дж.К. Максвелл (Великобритания) выдвинул концепцию об электромагнитной природе света (идею электромагнитной природы света высказал в 1846 году М. Фарадей (Великобритания)). Электромагнитную теорию света в 1867 разработал также Л. Лоренц (Дания).
- Учреждение в Париже Международного телеграфного союза (с 1932 г. – Международный союз электросвязи, International Telecommunication Union), с 1947 г. – специализированный орган ООН, работающий в Женеве (Швейцария) и занимающийся организацией разделения частотного диапазона для обеспечения электромагнитной совместимости и эффективной работы радиосредств.
- Выход книги «Алиса в стране чудес», широко используемой для иллюстрации парадоксальности физических теорий и опасности использования априорных концепций, основанных на обыденной логике, при объяснении новых явлений – Л. Кэрролл (Великобритания).

1866

- Г. Герц (Германия) начал эксперименты, целью которых было продемонстрировать существование радиоволн.
- В 1864 году началась новая укладка 5 100 км трансатлантического телеграфного кабеля с улучшенной изоляцией (см. 1858 год), однако 31 июля 1865 года при укладке произошел обрыв кабеля. Лишь в 1866 году со второй попытки удалось уложить кабель, который обеспечил долговременную телеграфную связь между Европой и Америкой.
- Дж.К. Максвелл (Великобритания) в работе «О регуляторах» (1866) и И.А. Вышнеградский (Россия) в работе «Об общей теории регуляторов» (1876) и «О регуляторах прямого действия» (1877) заложили основы теории устойчивости, установили ряд важных общих закономерностей регулирования по принципу обратной связи. Дж.К. Максвелл и И.А. Вышнеградский рассмотрели машину (т.е. объект) и регулятор как единую динамическую систему, обосновали общий методологический подход к исследованию самых разнородных по физике и конструкции систем.

1867

- Образование Управления городских телеграфов (Россия).
- Ч. Уитстоун (Великобритания) представил на Парижской выставке криптограф – первый образец механической машины, кодирующей телеграфный текст.
- Дж.К. Максвелл (Великобритания) показал статистическую природу второго начала термодинамики («демон Максвелла») [172].
- Датский физик Л. Лоренц создал электромагнитную теорию света, введя понятия скалярного и векторного потенциалов. Он также показал, что они удовлетворяют волновому уравнению и что уравнения Максвелла для электрического и магнитного полей могут быть получены с помощью этих потенциалов [37].
- Американский издатель, политический деятель и философ Х. Латам изобрел пишущую машинку. В 1873 году он продал права на изготовление машинки фирме E. Remington & Sons [37].

1868

- Ж. Лекланше (Франция) сконструировал сухой цинко-угольный гальванический элемент с порошкообразным деполяризатором (элемент Лекланше).

1869

- Немецкий физик И.-В. Гитторф открыл способность катодных лучей отклоняться под действием магнитного поля.

1870

- Создание механической логической машины – У.С. Джевонс (Великобритания) [199].
- Измерение скорости распространения возбуждения в нервном волокне, исследования по физиологии органов чувств и закономерностей восприятия пространства – Г. Гельмгольц (Германия).
- Дж.К. Максвелл (Великобритания) установил связь среднего диаметра и длины вдоль оси секции катушки для получения максимальной индуктивности, объяснил увеличение сопротивления и снижение индуктивности за счет скин-эффекта [37].
- Г. Гельмгольц (Германия) на базе уравнений Максвелла с учетом граничных условий вывел законы отражения и рефракции.
- Британский физик Дж. Тиндал дал объяснение и продемонстрировал принцип распространения света в прозрачном проводнике (первые шаги оптоэлектроники [37, 41]).

- Французский инженер Дж. Борбозье предложил использовать реку Сену в качестве среды для передачи телеграфных сигналов без проводов.

1871

- В Лондоне организовано Общество инженеров-телеграфистов (Society of Telegraph Engineers).
- Дж.К. Максвелл (Великобритания) опубликовал идею электромагнитного экранирования с помощью идеального проводника [37].
- Британский инженер У. Смит открыл эффект фотопроводимости, о чем доложил в 1873 году (см. 1873 г.) [37].

1872

- Открытие Международного телеграфного агентства для обмена сообщениями с другими странами (Россия).
- Французский телеграфный оператор Б. Мейер создал первый телеграфный мультиплексер для временного разделения каналов.
- А.Н. Лодыгин (Россия) сделал первую в мире лампу, которая выдержала все испытания. Она горела всего лишь полчаса. Когда из стеклянной колбы начали откачивать воздух, лампочки сделались долговечнее. В 1873 году две лампы Лодыгина загорелись на улицах Петербурга. В 1879 году Т. Эдисон (США) создал лампу накаливания с угольной нитью достаточно долговечной конструкции, удобную для промышленного изготовления (см. 1879 год).

1873

- У. Крукс (Великобритания) изобрел радиометр (радиометр Крукса). В 1879 году он установил с помощью своего радиометра механическое действие катодных лучей [172].
- У. Смит и его ассистент Ж. Мей (Великобритания) открыли внутренний фотоэффект (фотопроводимость) – изменение проводимости селена под влиянием освещения.
- Офицер французской телеграфной службы Ж. Бодо сконструировал телеграфный аппарат, передающий по одному проводу одновременно два (или более) сообщения в одну сторону. Примененный Бодо принцип временного уплотнения линии остается одним из основных и в современной телеграфной связи. Сам аппарат Бодо имел настолько удачную конструкцию, что с небольшими изменениями эксплуатировался в телеграфии до 50-х гг. XX в. Впоследствии на основе аппарата Бодо появились конструкции телетайпов [37, 69, 178].
- Дж.К. Максвелл (Великобритания) теоретически определил величину давления света (идея светового давления выдвинута была И. Кепле-

ром (Германия) в 1619 г. и Л. Эйлером (Россия) в 1748 г.). В 1876 г. А. Бартоли (Италия), а в 1884 г. Л. Больцман (Австрия) сделали это, исходя из термодинамических соображений.

- Введение понятия скорости, направления движения и потока энергии – Н.А. Умов (Россия). Применительно к электромагнитной энергии это сделал в 1884 году Дж. Пойнтинг (Великобритания). Отсюда – вектор Умова-Пойнтинга.

1874

- Американский физик Э. Грей случайно обнаружил, что звуковые колебания можно превратить в электрический сигнал и затем передать его по проводам. Позже он изобрел и громкоговоритель. Э. Грея можно наравне с А. Беллом (США) считать изобретателем телефона: он тоже в 1876 году подал заявку на патент, но на несколько часов позже А. Белла. И первенство было отдано А. Беллу.

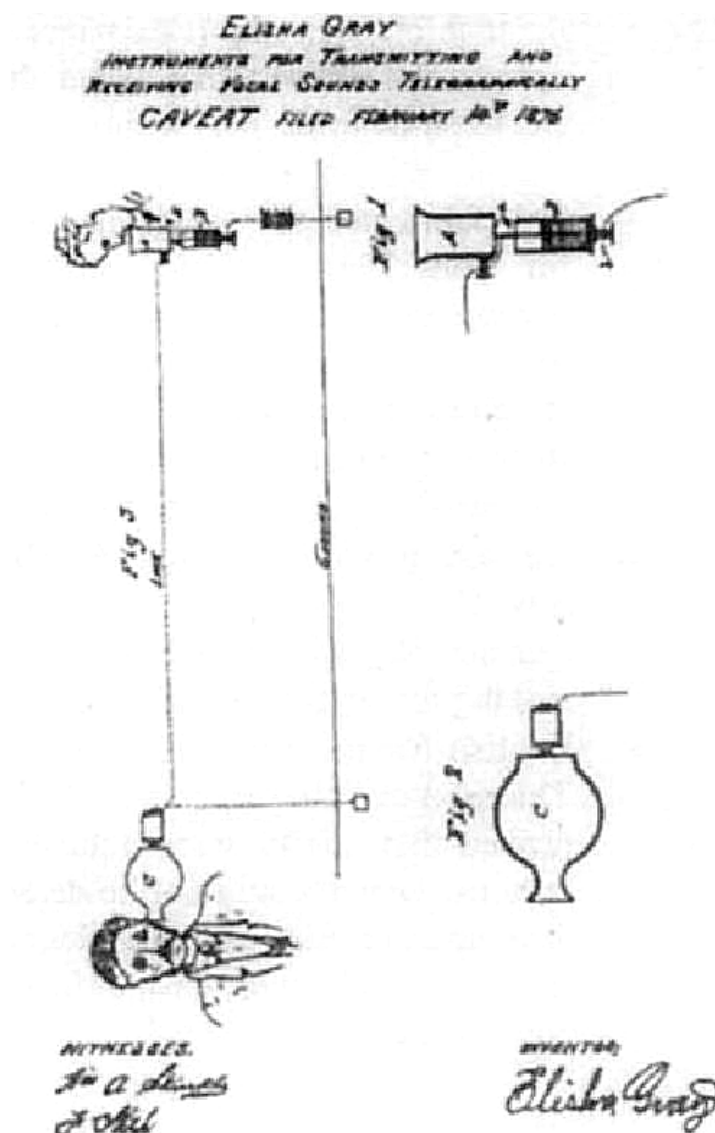


Рисунок из заявки на патент Э. Грея

- Открытие односторонней электропроводности полупроводниковых материалов (кристаллов некоторых сульфидов серного цинка) – К. Браун (Германия).
- Английский физик А. Шустер обнаружил, что контакт окисленного и неокисленного медных проводов не подчиняется закону Ома [37].
- Дж. Стоней (Ирландия) высказал мысль о дискретности электрического заряда и вычислил величину дискрета (опубликовано в 1881 году). В 1891 году предложил для единицы электрического заряда название *электрон* и оценил его величину как 10^{-20} Кулона [37]. Идею об элементарном электрическом заряде высказывали также М. Фарадей (1833), В. Вебер (1845), Г. Гельмгольц (1881) и др.
- Ж. Бодо (Франция) изобрел принципиально новый телеграфный код. Если код Морзе являлся по существу троичным (точка, тире, пауза), то код Бодо был равномерным пятибитовым. Код вводился прямо клавиатурой, состоящей из пяти клавиш, нажатие или ненажатие клавиши соответствовало передаче или непередаче одного бита в пятибитном коде. Максимальная скорость передачи – чуть больше 190 знаков в минуту. Позже этот код международным стандартом CCITT-1. Другое его название – International Telegraph Alphabet No. 1 (ITA1). В 1901 году американец Д. Мюррей адаптировал код Бодо к обычной клавиатуре QWERTY. Общие принципы – пятибитная кодировка и использование буквенного и цифрового регистров – остались неизменными. Модификация нового кода была принята в 1932 году как International Telegraph Alphabet No. 2 (стандарт ITA2 или CCITT-2), ставший стандартом в телеграфии. Русская версия кода Бодо известна под именем МТК-2. Код Бодо можно считать прямым предшественником кода ASCII. Имя изобретателя увековечено в названии единицы измерения скорости передачи данных «Бод» [37, 69, 178].

1875

- Изобретение первого практически пригодного источника электрического освещения (свечи Яблочкова) – П.Н. Яблочков (Россия). Именно с помощью свечей Яблочкова осуществлялось первоначально уличное освещение. Каждая свеча стоила 20 копеек и горела 1,5 часа. Затем ее необходимо было заменить на новую. Впоследствии были придуманы фонари с автоматической заменой свечей. Свеча Яблочкова имела значительные неудобства: она была недолговечна и обладала переменным световым потоком. Но все же она стала первым изобре-

тением, позволившим широко применить электрическое освещение на улицах и площадях крупных городов, в театрах и магазинах.

- Англичанин О. Хевисайд и американец Т. Эдисон изобрели квадруплексный телеграф, позволявший передавать до четырех сообщений по одному проводу одновременно [37,154].
- Американский изобретатель Дж. Кэрри предложил имитировать человеческий глаз мозаикой, состоящей из большого числа ячеек селена.
- Дж. Кэри описал проект многоканальной системы для передачи движущихся изображений на расстояние, основанный на использовании светочувствительности селена (США).
- Шотландский физик Дж. Керр обнаружил явление изменения поляризации светового луча при прохождении сквозь прозрачный диэлектрик, находящийся в электрическом поле (электрооптическое явление Керра или квадратичный электрооптический эффект – явление изменения значения показателя преломления оптического материала пропорционально второй степени напряженности приложенного электрического поля). В сильных полях наблюдаются небольшие отклонения от закона Керра.
- Дж. Эверетт (Великобритания) предложил новую абсолютную систему единиц, в которой основными были сантиметр, грамм, секунда (система СГС) [172].
- 2 июня Т. Уотсон (США), работавший с А. Беллом над усовершенствованием телеграфного аппарата, случайно заметил, что один конец стальной пластины телеграфного передатчика оказался плотно зажат контактным винтом прерывателя, благодаря чему создавался постоянный электрический контакт. Уотсон решил вручную заставить колебаться пластину. За счет вибрации намагниченной стальной пластины над полюсом магнита стал генерироваться электрический ток. Белл, прижимавший в другой комнате пластину к уху, слышал звуки, производимые Уотсоном. В этом смысле пластина выполняла функцию мембраны современного телефонного аппарата. Услышав звуки из комнаты Уотсона, Белл моментально понял историческое значение случившегося [156].

1876

- 14 февраля А. Белл (США) подал патентную заявку на «метод и аппаратуру для телеграфной передачи человеческого голоса и других звуков путем создания электрических колебаний» (патент № 174465).

- В 1876 году А. Белл (США) демонстрировал свой аппарат на Филадельфийской всемирной выставке. В стенах выставочного павильона впервые прозвучало слово телефон – так отрекомендовал изобретатель свой «говорящий телеграф». К изумлению жюри из рупора этой штуковины послышался монолог Принца Датского «Быть или не быть?», исполняемый в это же самое время, но в другом помещении, самим изобретателем мистером Беллом [156].
- Создание механического гармонического анализатора – У. Томсон (лорд Кельвин, Великобритания).
- Разработка фотоэлемента с внутренним фотоэффектом – В. Адамс и Р.Е. Дэй (Великобритания).
- Немецкий физик Э. Гольдштейн ввел термин «катодные лучи» для обозначения явления излучения световых лучей в вакуумной трубке при прохождении электрического тока.
- Изобретение П.Н. Яблочковым (Россия) первого трансформатора (в 1882 году трансформатор также построили И.Ф. Усагин (Россия) и Л. Голард (Франция)).
- К. Браун (Германия) продемонстрировал выпрямляющий эффект контакта металл-полупроводник [37].
- Т. Эдисон (США) первым использовал на практике угольный микрофон. Некоторые примитивные микрофоны, называемые трансмиттерами, конструировали и раньше. Раннее развитие микрофонов обязано «Лаборатории Белла», в частности там был сконструирован первый конденсаторный микрофон. Об изобретении угольного микрофона также независимо заявляли Махальский в 1878 году и П.М. Голубицкий в 1883 году.
- Американский физик Г. Роуланд, вдохновленный идеями Гельмгольца, экспериментально показал, что электрический ток создается движущимися электрическими зарядами [37]. Он же обнаружил магнитное поле конвекционных токов (опыт Роуланда).
- Открытие Дж. Керром (Великобритания) магнитооптического эффекта [181].

1877

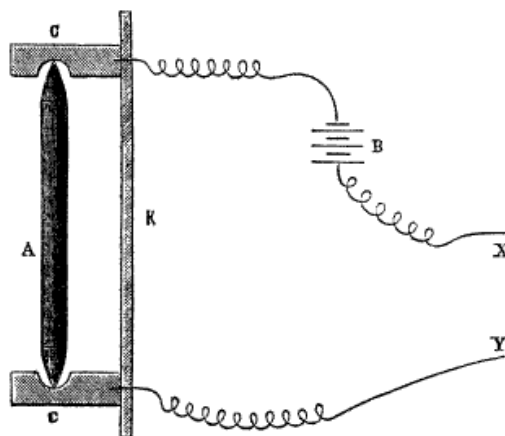
- Открытие внешнего фотоэффекта – Г. Герц (Германия).
- Изобретение фонографа – прибора для механической записи и воспроизведения звука – Т. Эдисон (США). В том же году и независимо от Эдисона аналогичный прибор изобрел француз Ч. Крос, однако нет

свидетельств, что фонограф Кроса работал. Эдисон же сделал запись собственного пения песенки «Mary had a little lamb» [37, 44, 45].

- П.Н. Яблочков, изобретший дуговую лампу особой конструкции, одновременно занимался разработкой и использованием конденсаторов и достиг выдающихся результатов. Основные работы по конденсаторам отражены в его публикациях (докладах и патентах) 1877-1880 гг. Во французском патенте № 120684, выданном П.Н. Яблочкову 11 октября 1877 г., речь идет о лейденских банках и «конденсаторах особых типов» [164].
- Формулировка критерия устойчивости, впоследствии дополненного А. Гурвицем (Германия) – Э. Раус (Великобритания).
- Развертывание и эксплуатация военной телефонной линии – А.В. Шталь (Россия).
- Проект первой телефонной станции – Т. Пушкаш (Венгрия).
- Фирма Siemens & Halske начала в Германии производство телефонов [37, 45].
- Организация постоянно действующей телефонной линии между Бостоном и Соммервилем (США) [37].

1878

- Изобретение угольного микрофона – Д. Хьюз (США). Микрофон Хьюза содержал угольный стержень с заостренными концами, упирившийся в две угольные же чашечки, и соединенный с подвижной мембраной. Площадь контакта угольного стержня с чашечками сильно менялась при колебаниях мембраны, соответственно менялось и сопротивление угольного микрофона, а с ним и ток в цепи.
- Т. Эдисон (США) получил патент на применяемый и сейчас угольный микрофон (который он изобрел годом раньше), после чего началось широкое внедрение телефонной связи [45, 108].
- Английский биолог Т. Хаксли сообщил Лондонскому королевскому обществу о результатах исследований Д. Хьюза, установившего изме-



нение тока через проводящий порошок при изменении давления на него. Т. Хаксли ввел термин *микрофон*.

- А. Белл (США) начал использовать термин «микрофон» [45, 49].
- А.Белл (США) продемонстрировал модуляцию голосом светового луча с помощью микрофона и принял сигнал на расстоянии 500 ярдов с помощью селена и параболического отражателя, что привело в 1880 году к изобретению фотофона – устройства для передачи телефонных сигналов с помощью световых лучей [37, 49].
- Компания Bell Thelephone Company открыла регулярный телефонный сервис в Лондоне [37, 45].
- Португальский ученый А. де Пайва и независимо от него русский ученый П.И. Бахметьев выдвигают принцип последовательной передачи элементов изображения, основанный на последовательном разложении изображения на элементы (развертка) и использовании инерции зрительного ощущения [3].
- Французский инженер и изобретатель И. Фонтане создал альтернатор – прибор, превращающий постоянный ток в переменный [37, 109].

1878-1882

- Эксперименты А. Майкельсона (США) по точному определению скорости света. Получено значение $299\,910 \pm 50$ км/с.

1879

- Открытие прямолинейности распространения катодных лучей, установление возможности их отклонения магнитным полем и обнаружение свечения катодолуминофоров под действием катодных лучей – У. Крукс (Великобритания) [72].
- Открытие явления возникновения в проводнике с током, помещенным в магнитное поле, электрического поля, перпендикулярного току и магнитному полю (эффект Холла) – Э. Холл (США) [37, 69].
- Формулировка критерия разрешающей способности – Дж. Стретт (лорд Рэлей, Великобритания).
- Русский студент, впоследствии известный физик и биолог П.И. Бахметьев разработал «телефотограф» – систему передачи движущихся изображений. Развертка изображения в передающем устройстве осуществлялась с помощью одного селенового фотосопротивления, перемещавшегося по спирали. В приемном устройстве применялся модулируемый источник света (газовая горелка) [3].

- Французский инженер М. Санлек опубликовал проект системы передачи изображений с разверткой при помощи электромеханических коммутаторов [72].
- Физик из Дании Л. Лоренц вывел формулу для индуктивности однослойного соленоида.
- Англичанин Д. Хьюз в присутствии экспертов продемонстрировал аппаратуру, которая могла генерировать и обнаруживать электромагнитные волны на расстоянии 450 м вдоль Большой Портлендской улицы в Лондоне. Для фиксации изучаемого эффекта он использовал микрофонный детектор, который можно рассматривать как самовосстанавливающийся когерер. Однако присутствовавшие не осознали наблюдаемого ими явления и решили, что «...все результаты можно объяснить эффектами электромагнитной индукции».
- Д. Хьюз опубликовал метод устранения перекрестных искажений в телефоне [37].
- Англичане В. Айртон и Дж. Перри сделали первый переносной амперметр [37, 108].
- В Лондоне начал функционировать первый за пределами США телефонный коммутатор [37].
- Т. Эдисон (США) изобрел электрическую лампочку (существовавшая лампочка Лодыгина (см. 1872 год) была недолговечна). Он решил использовать угольную нить, сделанную из крепкого бамбукового волоска, для чего исследовал почти все сорта бамбука, растущие на земном шаре. Шесть тысяч опытов с угольными нитями – вот цена, которую заплатил Эдисон за свой вклад в историю лампочки. Его нить горела сотни часов, не перегорая. Но главное – Т. Эдисон стал выпускать свои лампочки на заводе, то есть открыл им дорогу в мир.

1880

- Разработка схемы одновременного телеграфирования и телефонирования по одной паре проводов (фантомные цепи) – Г.Г. Игнатьев (Россия).
- Проект телефотографа – телевизионной системы со спиральной оптико-механической разверткой изображения – П.И. Бахметьев (Россия).
- Обнаружено отклонение катодных лучей в магнитном поле – Э. Гольдштейн (Германия).
- Открыт магнитный гистерезис – А. Риги (Италия). Его также наблюдали Э. Варбург (Германия, 1881) и Дж. Эвинг (Шотландия, 1882).

- Открытие пьезоэлектрического эффекта – П. Кюри (Франция).
- Доказана возможность передачи электроэнергии на большие расстояния без значительных потерь при повышении напряжения – Д.А. Лачинов (Россия).
- Американский ученый Х. Ликс изобрел систему для передачи цветных изображений по телеграфу и назвал ее *диафот* – от греческого *dia* (сквозь) и *photos* (свет) [41].
- А. де Пайва (Португалия) публикует брошюру «Электрическая телекопия» – первую книгу, посвященную телевидению (Португалия).
- В. Айртон и Дж. Перри (Великобритания) предложили систему, использующую селен для передачи изображений, построенную по принципу глаза человека: панель из селеновых элементов, на которую проектировалось изображение. Каждый элемент соединялся отдельным проводом с катушкой своего электромагнита в приемнике и батареей. Катушка была надета на трубку, внутри которой подвешен стальной кружок, поворачивавшийся и тем самым закрывавший частично просвет на угол, зависевший от значения тока в катушке, т.е. от сопротивления селена. Плоскость отверстий всех трубок образовывала приемный экран, а сзади находился источник равномерного света [50].
- Французский инженер Э. Меркадер переименовал фотофон А. Белла в радиотелефон, впервые применив слово «радио» в современном понимании [41].
- Дж. Тробридж (США) впервые применил приемную трубку телефона А. Белла для связи кораблей с береговой станцией [37].
- Немецкие физики Ю. Эльстер и Г. Гейтель поместили проводник и металлическую пластину в вакуум и обнаружили, что от нагреваемого электрическим током провода (эквивалент катода) протекает слабый ток к пластине [37,51].
- Т. Эдисон (США) изготовил электрическую лампочку мощностью 16 Вт, проработавшую 1500 часов [37, 68].

1881

- Международным электрическим конгрессом установлены международные единицы измерения физических величин (Ампер, Вольт, Ом, Джоуль и др.) [172].

- Опыт звуковой стереофонической проводной трансляции – К. Адер (Франция). В 1881 году он изобрёл «театрофон», систему передачи звука по двум каналам, которая сделала доступным бинауральное слушание и позволяла слушателям различать расположение актеров на сцене; это изобретение дало возможность использовать стереозвук для прослушивания оперных произведений на расстоянии в 3 км от театра [37,41].
- Французский адвокат К. Сенлек в брошюре «Телектроскоп» описал проект телевизионного устройства с разверткой при помощи электро-механических коммутаторов.
- Введение Дж.Дж. Томсоном (Великобритания) понятия электромагнитной массы [172]. Он же пытался подтвердить наличие токов смещения, исследуя магнитный эффект, вызванный изменением электрического поля при перемещении заряженной сферы [37].

1882

- Предложение системы беспроводной электрической связи – А. Долбер (США) получил патент на систему беспроводной передачи и приема с использованием катушки индуктивности, микрофона, приемной телефонной трубки и батарей.
- Г. Кирхгоф (Германия) разработал методы анализа электрических цепей.
- Г. Кирхгоф (Германия) построил строгую теорию дифракции.
- Г. Роуланд (США) изобрел вогнутую дифракционную решетку. Он изучал солнечный спектр значительно более подробно, чем кто-либо до него. Ему удалось создать дифракционную решетку размером 6 дюймов (15 см). Это было шагом вперед в спектроскопии, поскольку новая решетка позволяла уточнить длины световых волн, в частности получить более высокое разрешение спектров звезд, сфотографировать эти спектры и подвергнуть их тщательному анализу [174].
- Начало работы в России городских телефонных станций.
- Британский физик Дж. Стретт (лорд Рэлей) обнаружил, что индукция между двумя катушками возрастает, если поместить между ними медную пластинку. Позже ввел понятие групповой и фазовой скорости волн. Предсказал особый вид поверхностных волн – волн Рэля [37,41].
- Американский фермер из Кентукки Н. Стаблфилд передал звуковой сигнал без проводов. В 1892 году он продемонстрировал свой беспров-

водный телефон в работе (передача на расстояние полмили) и подал патентную заявку, получив патент в 1907 году. Описание в патенте было не очень четким, тем не менее, эта попытка считается первой в передаче человеческого голоса без проводов [37, 41].

1883

- Французский ученый Л. Голард и его коллега из Великобритании Д. Гиббс создали трансформатор переменного тока. Трансформатор Гиббса и Голарда демонстрировался в 1883 г. в Лондоне в Вестминстерском аквариуме. Л. Голард использовал трансформатор для передачи энергии однофазного переменного тока для питания осветительных установок Лондонского метрополитена. На расстояние 23 км передавалась энергия при напряжении 1,5 кВ [45, 175].
- Открытие явление термоэлектронной эмиссии – Т. Эдисон (США). Он обнаружил, что если разместить внутри лампы металлическую пластину и соединить ее с положительным полюсом батареи через гальванометр, в образовавшейся цепи при нагревании катода начинает протекать ток – эффект, получивший имя Эдисона [46, 108].
- Ирландский ученый Г. Фитцджеральд опубликовал формулу для расчета мощности, излучаемой петлевой антенной [37].

1884

- Г. Лэм и О. Хевисайд (Великобритания) проанализировали взаимодействие электромагнитного поля с проводником и открыли скин-эффект [37]. Теорию его разработали в 1886 году независимо Дж. Стретт (лорд Рэлей) и О. Хевисайд.
- Г. Герц (Германия) показал, что поля, создаваемые неподвижными зарядами и электрическими токами, идентичны. На базе своих идей он переписал уравнения Максвелла в скалярной форме (12 вместо 20), отказавшись от концепции эфира, предложенной Максвеллом, и используя понятия источников вместо потенциалов [37].
- Проект телевизионной системы с разверткой изображения вращающимся диском с отверстиями разработал, еще будучи студентом, П. Нипков (Германия), он заполнил патентную заявку на *Mechanical Television* [68, 59].
- Г. Холлерит (США) оформил первый патент на созданный им перфоленточный табулятор. Всего им были получены более тридцати патентов на изобретения (на табуляторы 22 патента). Главным изобретени-

ем стала Hollerith Electric Tabulating System (Patent 395,781). Холлерит постоянно совершенствовал свою машину: механизировал подачу перфокарт, усовершенствовал перфоратор, автоматизировал процедуру сортировки. В 1889 году он сконструировал электромеханическую машину, которая могла считывать и сортировать статистические записи, закодированные на перфокартах. Эта машина, названная табулятором, состояла из реле, счетчиков, сортировочного ящика [199].

- Ю.Д. Фельт (США) приступил к созданию первой модели «комптометра». Это был первый калькулятор, где значения вводились путем нажатия клавиш. В 1886 году была завершена работа над прототипом полноклавишной машины, на которую Фельт в 1887 году получил патент. В 1889 году Фельт изобрел первый настольный печатающий калькулятор [199].
- Итальянец П. Кальцекки-Онести исследовал изменение сопротивления различных металлических порошков.
- Дж. Пойнтинг (Великобритания) опубликовал «теорему Пойнтинга», использующую вектор для описания направления и величины потока энергии электромагнитного поля.
- Организован The American Institute of Electrical Engineers (AIEE) [37, 46].

1885

- Т. Эдисон (США) запатентовал систему беспроводной электростатической связи, состоящую из двух мачт с металлическими пластинами на каждой. Одна пластина заряжалась до высокого напряжения, создавая электрическое поле, регистрируемое на другой мачте. Мачты с металлическими пластинами были первыми запатентованными антеннами. Патент на антенны был продан Г. Маркони (Италия) в 1903 году.
- В.К. Рентген (Германия) обнаружил магнитное поле, создаваемое движущимся в электрическом поле диэлектриком (рентгенов ток). Его опыт наглядно показал, что магнитное поле создается подвижными зарядами, и имел важное значение для создания Х. Лоренцем (Нидерланды) электронной теории. Рентгенов ток стал толчком к созданию электронной теории.
- Американский инженер У. Бэрроуз у себя дома построил действующую суммирующую машину, а в 1886 году создал компанию по производству таких машин – American Arithmometer Company [37, 45, 179, 199].

- Венгерская компания «The Ganz Company» запатентовала электрический трансформатор. Основанием послужили работы К. Циперновского, М. Дери и О. Блэзи (Венгрия) [37].

1886

- Основание технического училища почтово-телеграфного ведомства, трансформировавшегося впоследствии в Государственный электротехнический университет (Россия).
- А. Строугер (США) создал наборный телефонный диск [37, 45].
- О. Хевисайд (Великобритания) ввел термин *импеданс* как отношение напряжения к току.
- О. Хевисайд (Великобритания) записал уравнения Максвелла в векторной форме, используя нотации градиента, дивергенции и ротора вектора. Дж.Ф. Фитцджеральд (Ирландия) так прокомментировал это событие: «Подход Максвелла замусорил мелочами великолепную линию его атаки. О. Хевисайд расчистил прямой путь, построил широкую дорогу и открыл громадные просторы» [37].
- Г. Герц (Германия) начал эксперименты, целью которых было продемонстрировать существование радиоволн. В экспериментах генерировались, излучались и детектировались волны длиной 5 м и 50 см. На передающем и приемном концах использовались отражатели для направленного излучения. Герц закончил свою работу и опубликовал ее результаты в 1888 году [45, 46, 49].
- Французский инженер М Леблан опубликовал принцип мультиплексной телефонии [37, 41].

1887

- Г. Герц (Германия) сконструировал генератор электромагнитных колебаний (вибратор Герца) и предложил метод их обнаружения (резонатор Герца) [172].
- Г. Герц (Германия) заметил, что ультрафиолетовые лучи, освещающие отрицательный электрод разрядника, вызывают прохождение тока — это было первое наблюдение внешнего фотоэффекта. В 1888 году его также наблюдали В. Гальвакс (Германия), А. Риги (Италия) и А.Г. Столетов (Россия). [37]
- Э. Берлинер (США) изобрел машину, названную им «граммофон», в которой запись производилась на диск, в отличие от машины Эдисона, в которой звук записывался на цилиндр. С этого времени дисковый звуконоситель стал стандартом [37, 109].

- Основание «Почтово-телеграфного журнала» (Россия).
- Изобретение системы централизованного электропитания телефонных сетей – П.М. Голубицкий (Россия).
- Проект автоматической телефонной станции на основе самодействующего центрального коммутатора – К.А. Мосцицкий (Россия).
- Г. Гейтель и Ю. Эльстер (Германия) открыли эмиссию отрицательных зарядов из нити накаливания (явление термоэлектронной эмиссии).
- Британский физик О. Лодж открыл *sympathetic resonance* – стоячие волны в проводах [49].
- О. Хевисайд (Великобритания) ввел понятие нагрузки передающей линии и предложил способ снижения искажений (Великобритания).
- Т. Эдисон (США) запатентовал «кинокамеру» – *motion picture camera*.
- Лорд Рэлей (Великобритания) опубликовал теоретическое объяснение возникновения колебаний в системе, параметр жесткости которой периодически изменяется [37].
- А. Риги (Италия) и С. Ледюк (Франция) открыли один из термомагнитных эффектов (эффект Риги-Ледюка), состоящий в том, что при помещении проводника с градиентом температур в постоянное магнитное поле, перпендикулярное тепловому потоку, возникает вторичная разность температур, перпендикулярная магнитному полю и тепловому потоку.

1887-1900

- Предложения по возможному применению радиоволн: предупреждение столкновения судов (патент Т. Эдисона, США), радионаведение и управление на расстоянии (Н. Тесла, США), радиорелейная связь (Г. Гварини, Италия), радиоастрономия (О. Лодж, Великобритания), радиопеленгация (К.Ф. Браун, Германия), связь с пилотами воздушных шаров, медицинские приложения.

1888

- Изобретение зеркальной антенны с параболическим цилиндрическим рефлектором и дипольным облучателем на фокальной линии (длина волны 66 см) для излучения и приема радиоволн – Г. Герц (Германия).
- Г. Герц (Германия) обнаружил отражение электромагнитных волн, что в дальнейшем (см. 1904 г.) послужило основанием радиолокации [37, 109].

- Создание фотоэлемента – А.Г. Столетов (Россия), А. Риги (Италия).
- А. Риги (Италия) переоткрыл внешний фотоэффект (открыл его Г. Герц в 1887 году) для случая диэлектриков (эбонит, сера), создал фотоэлемент и впервые использовал термин «фотоэлемент».
- Профессор Московского университета А.Г. Столетов (Россия) исследовал внешний фотоэффект, установил основные законы фотоэлектронной эмиссии и создал первый фотоэлемент с внешним фотоэффектом. А.Г. Столетов применил созданный им фотоэлемент на практике, рассмотрел вопрос об инерционности фототока и оценил его запаздывание по отношению к освещению в 0,001 с. Открыл прямую пропорциональную зависимость силы фототока от интенсивности падающего света (1-й закон внешнего фотоэффекта) и явление фотоэлектрического утомления – понижение чувствительности фотоэлемента со временем (1889), обнаружил фототок насыщения, показал его независимость от потенциала (1890). Является основоположником количественных методов исследования фотоэффекта, предложил метод фотоэлектрического контроля интенсивности света.
- Критерий разрешения оптического изображения – Дж. Стретт (лорд Рэлей, Великобритания).
- Американский ученый и изобретатель О. Смит опубликовал статью с идеей магнитной записи звука [37, 109, 158].
- Э. Грей (США) создал факсимильную машину – *Telautograph* [45].
- Ч. Фриттс (США) создал первую селеновую светочувствительную мозаику, покрытую тонкой золотой пленкой.
- Итальянец Г. Феррари и независимо от него Н. Тесла (США) создали вращающиеся поля с помощью двухфазных токов [37, 108].
- Создание генератора трехфазного тока – М.И. Доливо-Добровольский (Россия) [172].

1889

- О. Хевисайд (Великобритания) нашел корректную форму описания электрического и магнитного полей движущейся заряженной частицы, справедливую для скоростей $v < c$, где c – скорость света [37].
- Ирландский физик Дж.Ф. Фитцджеральд предположил, что скорость света является верхней границей возможного значения скоростей [37].
- Британский физик Дж. Стретт (лорд Рэлей) представил модель излучения в терминах распрощернения радиоволн [37].

- Изобретение электромашинных генераторов переменного тока высокой частоты – Э. Томсон и, независимо, Н. Тесла (оба – США).
- Патент на автоматический телефонный коммутатор (заявка подана двумя годами раньше) – А. Строугер (США) [45].
- По итогам специального конкурса электрические табуляторы Г. Холлерита (США) были выбраны для использования в переписи населения 1890 года [199].
- Э. Меркадер (Франция) предложил голосо-частотную телеграфию [45].
- Создан свинцово-сульфидный диод [159].
- Д.Л. Вейлер (Франция) изобрел зеркальное колесо для развертки изображений.
- Формулировка статистической теории как науки о статистических выводах – Ж. Бертран (Франция).
- Американский изобретатель В. Грей подал заявку на патент на таксофон (получен в 1891 году). В Хартфорде (штат Коннектикут) был установлен первый общественный таксофон. Плату собирал контролер [45, 109].
- Джоуберт (Joubert) показал, что, если частота напряжения, приложенного к лапке лягушки, увеличится до определенного предела, лягушка перестает реагировать [37, 68].
- В Лондоне на базе «Society of Telegraphs Engineers» создан «Institute of Electrical Engineers – IEE» (Институт инженеров электриков).

1890

- Г. Герц (Германия) и О. Хевисайд (Великобритания) придали уравнениям Максвелла симметричную форму.
- Изобретение детектора электрических колебаний из металлического порошка (когерера) – Э. Бранли (Франция).
- Создание асинхронного короткозамкнутого двигателя трехфазного тока. Изобретение трансформатора трехфазного тока – М.И. Доливо-Добровольский (Россия).
- Британский инженер Дж. Флеминг опубликовал статью «Об электрическом разряде между электродами при различной температуре в воздухе и в вакууме (эмиссия в диоде)» [37].
- Н. Тесла (США) предложил использовать токи высокой частоты в терапии. Он заметил, что высокочастотные токи способны увеличивать

температуру живых тканей. Французский физик и врач Д'Арсонваль использовал ВЧ токи для лечения. Он показал, что эти токи способствуют коагуляции протеина.

- Н. Тесла (США) запатентовал катушку Теслы, которая была использована в дуговом генераторе для генерирования высокой частоты [45].
- Э. Лечер (Австрия) использовал стоячие волны в параллельных проводах для измерения частоты [37, 49, 160].
- Г. Рубенс и Р. Риттер (Германия) сделали очень чувствительный болометр, измерявший интенсивность электромагнитной волны по результатам измерения тепла, наводимого ею в очень тонком проводнике [37].

1891

- Изобретение нерезонансного трансформатора – Н. Тесла (США).
- Н. Тесла (США) в ходе лекций публично описал принципы передачи радиосигнала на большие расстояния [185].
- В. Бьеркнес (Норвегия) в работе «О затухании быстрых электрических колебаний» описал явление электрического резонанса и построил резонансную кривую.
- Французский физик и врач Э. Бранли доложил результаты исследований, начатых за год до этого. Он показал, что проводимость металлического порошка изменяется при наличии вблизи электрического разряда. В 1894 году О.Д. Лодж (Великобритания) на лекции в Лондонском королевском институте продемонстрировал когерер – прибор, фактически изобретенный Э. Бранли. В 1921 году Э. Бранли был удостоен Нобелевской премии [37, 41, 45].
- А.Э. Блондель (Франция) экспериментально определил скорость распространения электромагнитных волн: 297 600 км/с. Это подтвердило гипотезу о том, что электромагнитные колебания и свет имеют одну природу
- А.Б. Строугер (США) запатентовал автоматическую телефонную станцию (Automatic Telephone Exchange). В 1892 году такая станция начала работать в Ла Порте, Индиана [45], но до середины XX века более популярными все же были станции с ручным переключением [109]. Пошаговый переключатель Строугера был самым популярным из всех электромеханических переключателей [68, 75].

- Первый подводный телефонный кабель проложен между Англией и Францией [57].
- А. Троттер (Великобритания) в статье, опубликованной в журнале *The Electrician*, предложил использовать электромагнитные волны для связи кораблей с берегом. Такую же идею высказал У. Крукс (Великобритания) в статье, опубликованной в 1892 году в *Fortnightly Review*, подчекивая, что волны Герца могут сделать возможной телеграфную связь при любой погоде без кабеля, мачт и проводов: «Перед нами открывается удивительный мир,.. в котором можно будет передавать и принимать информацию, передавать и принимать телеграфные сигналы без проводов и почт, без кабеля и всяких дорогих приспособлений» [37].

1892

- Голландский физик Х. Лоренц приступил к формулированию теории, которую как сам он, так и другие, впоследствии назвали теорией электронов. Электричество, утверждал Лоренц, возникает при движении крохотных заряженных частиц — положительных и отрицательных электронов. Позднее было установлено, что все электроны отрицательно заряжены. Лоренц заключил, что колебания этих крохотных заряженных частиц порождают электромагнитные волны, в том числе световые и радиоволны, предсказанные Максвеллом и открытые Герцем в 1888 г. Лоренц предложил использовать теорию электронов для унификации и упрощения электромагнитной теории Максвелла, опубликовал серьезные работы по многим проблемам физики, в том числе о расщеплении спектральных линий в магнитном поле. В 1892 году Лоренц выступил с большой работой «Электромагнитная теория Максвелла и ее приложение к движущимся телам». В этой работе очерчены основные контуры электронной теории. Лоренц выписывает выражение силы, с которой электрическое поле действует на движущийся заряд. В 1895 году вышла фундаментальная работа Лоренца «Опыт теории электрических и оптических явлений в движущихся телах». В этой работе он дает систематическое изложение своей электронной теории. Правда, слово «электрон» в ней еще не встречается, хотя элементарное количество электричества было уже названо этим именем. Ученый просто говорит о заряженных положительно или отрицатель-

но частичках материи – ионах и свою теорию соответственно называет «ионной теорией» [37-39].

- Изобретение дугового генератора незатухающих колебаний – Э. Томсон (США).
- О. Хевисайд (Великобритания) показал в опубликованной им статье, что любая цепь может быть описана четырьмя величинами – сопротивлением, емкостью, индуктивностью и утечкой [37, 57].
- Б.Л. Розинг (Россия) высказал идею существования молекулярного поля, обуславливающего самопроизвольную намагниченность ферромагнетиков.
- Считается, что изобретатель Н. Стаблфилд (США) был первым, кто передал речь из одной точки в другую без проводов. У себя дома в Мюррее, штат Кентукки, он сделал передатчик и передал «по воздуху» голос и речь [37].
- Работа «Общая задача устойчивости движения», где сформулированы критерии устойчивости динамических систем на основе квадратичных функций – А.М. Ляпунов (Россия).

1893

- Дж. Стретт (лорд Рэлей, Великобритания) опубликовал результаты анализа электрических колебаний в проводящих объемах малых размеров и предположил возможность распространения электромагнитных волн в полых трубах (волноводах) [37].
- Американский изобретатель сербского происхождения М. Пупин предложил использовать настроенные в резонанс цепи для гармонического анализа [37, 161].
- А. Кеннелли (США) опубликовал статью, в которой предложил использовать комплексные величины для описания закона Ома для переменного тока [37, 41].
- В начале 1893 года Н. Тесла (США) на лекции в Институте Франклина в Филадельфии продемонстрировал передачу сигнала с помощью искрового передатчика с LC-цепью, приемника и двух антенн. Он утверждал, что может передать информацию на расстояние 25 миль, и позднее получил патент на устройство радиосвязи с кораблем.

- Эксперименты Г. Герца (Германия) по электромагнитному экранированию и использованию коаксиального кабеля [4, 41].
- Еще в 1890-1891 гг. французский физик Э. Бранли исследовал различные порошки и опилки, помещенные им в изолирующую трубку с металлическими выводами по концам. Оказалось, что под действием электрических разрядов порошки и опилки резко увеличивают электропроводимость, но при этом теряют чувствительность. Для восстановления чувствительности трубку нужно встряхивать. Свой прибор Бранли назвал «радиокондуктором», но в научную литературу он вошел как «трубка Бранли». О. Лодж (Великобритания), воспроизводя и совершенствуя опыты Герца, доработал «радиокондуктор» и в 1893 г. сконструировал прибор, названный им «когерером» (сцепителем), ставшим основой будущих первых радиоприемников [7].
- А. Blondel (Франция) изобрел электромагнитный осциллограф с бифилярным подвесом (осциллограф Blondel) и осциллограф с мягким железом. Эти приборы удостоились Гран-при на выставке в Сент-Луисе в 1904 году. Они были более мощными, чем классический стробоскоп, введенный в эксплуатацию в 1891 году. Оба прибора использовались для исследований электрических явлений на протяжении сорока лет, пока им на смену не пришел катодный осциллограф.
- Н. Тесла (США) патентует радиопередатчик и изобретает мачтовую антенну, с помощью которой в 1895 г. передает радиосигналы на расстояние 30 миль [185].

1893-1894

- Р.Л. де Мора, бразильский священник и ученый, провел эксперименты по передаче радиосигнала. Их результаты он не оглашал до 1900 г., но впоследствии получил бразильский патент [185].

1894

- Итальянец А. Риги разработал новый тип генератора электромагнитных волн – сферический осциллятор сантиметровых волн, с помощью которого впервые получил электромагнитные волны длиной 20 и 7,5 см, исследовал их отражение, преломление, поглощение, интерференцию и дифракцию, впервые наблюдал их двойное лучепреломление. На основании этих экспериментов показал, что радиоволны отличаются от световых волн только длиной волны, но не природой [37].

- Установление линейной зависимости яркости свечения от силы тока катодного луча, наблюдение способности катодных лучей проникать сквозь тонкие пленки – Ф. Ленард (Германия).
- 14 августа в Оксфорде на собрании Британской ассоциации О. Лодж (Великобритания) продемонстрировал возможность передачи сигналов азбуки Морзе без проводов. «Прибор для регистрации приема электромагнитных волн» содержал кондуктор (когерер), источник тока, реле и гальванометр. Сигнал был обнаружен по отклонению стрелки зеркального гальванометра на расстоянии 180 футов за двумя каменными стенами.
- Ноябрь – публичная демонстрация опытов по беспроводной передаче сигнала в миллиметровом диапазоне бенгальским ученым Дж.Ч. Боше в Ратуше города Калькутты. Кроме того, он изобрел ртутный когерер, не требующий при работе физического встряхивания [185].
- А.С. Попов (Россия) построил генератор электромагнитных колебаний, когерер и изобрел антенну.

1895

- Изобретение и создание радиоприемника с автоматическим синхронным детектированием и релейным усилителем – А.С. Попов (Россия).
- 25 апреля (7 мая по новому стилю) 1895 г. А.С. Попов на заседании физического отделения Русского физико-химического общества сделал доклад «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям». В процессе доклада он впервые продемонстрировал работу своего «прибора для обнаружения и регистрирования электрических колебаний». Прибор откликался на посылки волн от «герцевского вибратора», возбуждаемого катушкой Румкорфа, на расстоянии 25 метров. Это была демонстрация первого в мире радиоприемника, открывшего эру радио. Материалы доклада 7 мая 1895 г. с небольшими дополнениями были изложены Поповым в статье «Прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний», напечатанной в январском номере «Журнала Русского физико-химического общества» за 1896г. 24 марта 1896 г. А.С. Попов сделал второй доклад на заседании того же физического отделения РФХО. На этом заседании он продемонстрировал передачу на 250 метров первой в мире короткой радиограммы. Вместо сигнального звонка в демонстрируемом приборе был применён аппарат Морзе, с помощью которого была

принята депеша, содержащая два слова «Heinrich Hertz» (Генрих Герц). Эта короткая радиограмма открыла эру практического телеграфирования без проводов [7].

- Г. Маркони (Италия) передал и принял без проводов закодированное сообщение на расстоянии 1,75 мили в Болонье [37].



А.С. Попов (1859 – 1906)



Г. Маркони (1874 – 1937)

- К. Браун (Германия) на основе трубки Крукса создал катодную осциллографическую трубку для наблюдения электрических явлений.
- Выходит в свет фундаментальная статья голландского ученого Х. Лоренца «Опыт теории электрических и оптических явлений в движущихся телах», в которой он дает систематическое изложение электронной теории строения вещества.
- Индийский физик Дж. Бозе осуществил первую публичную демонстрацию электромагнитных волн: он передал и принял сигнал на расстоянии почти равном миле. Длина волны от 2,5 до 5 мм. Это частота порядка 60 ГГц! И это было в XIX веке! В последующем Дж. Бозе создал различные приборы: волноводы, рупорную антенну, диэлектрические линзы, поляриметр, интерферометр, диэлектрометр и др. [13, 27, 32, 37].
- Сотрудник Т. Эдисона Дж. Хоувелл (США) сообщил на сессии АИЕЕ о выпрямляющем эффекте, наблюдаемом в трубке Эдисона [45].
- Первая публичная демонстрация передачи движущейся картинки во Франции.
- С.М. Апостолов-Бердичевский и М.Ф. Фрейденберг (Россия) создали первую в мире автоматическую телефонную станцию [193, 194].

- Г. Холлерит (США) создал компанию ТМС (Tabulating Machine Company) для продвижения своих табулирующих машин. В 1911 году он продал компанию, и она вошла в промышленный конгломерат С-Т-Р, созданный предпринимателем Ч. Флинтом. В 1924 году С-Т-Р был переименован в IBM [200].

1896

- Н. Тесла (США) сумел передать сигналы с помощью созданного им высокочастотного резонансного трансформатора на дальность 32 км на суда, двигавшиеся по Гудзону. Он с успехом применял электромагнитные волны не только для телеграфирования, но и для передачи сигналов телеуправления различными механизмами. Радиосигналы с пульта принимались антенной, установленной на лодке, а затем передавались на механизмы управления. Таким образом, Тесла может быть назван родоначальником телемеханики. В 1896 году Н. Тесла получил 8 патентов, касающихся токов высокой частоты [7].
- 2 июня молодой итальянский изобретатель Г. Маркони взял предварительный патент на тщательно засекреченное изобретение: «Патент № 12039. Г. Маркони. Лондон. Способ передачи электрических импульсов и аппарат для этого». Сенсация мгновенно облетела мир, однако никаких подробностей ни о принципе, ни об устройстве аппарата не сообщалось. Суть изобретения и схема устройства были открыты лишь в конце 1897 г. Это была первая патентная заявка на беспроводную связь. Схема приемника Маркони, опубликованная в 1897 г., схожа со схемой приемника Попова и основана на тех же принципах. По-видимому, научный и технический уровень исследований в области электромагнитных волн был таков, что неизбежно привел разных исследователей к сходным результатам [7, 37, 45].

1897

- Г. Маркони (Италия) продемонстрировал передачу сигнала на борт корабля в Бристольском канале на расстояние 18 миль. Это была первая официальная попытка использовать телеграф без проводов [37, 41].
- Французский предприниматель Э. Дюкрете строит экспериментальный приемник беспроводной телеграфии по чертежам, предоставленным А.С. Поповым [185].
- 4 апреля А.С. Попов на заседании Русского физико-химического общества, используя вибратор Герца и приемник собственной конструк-

ции, передает на расстояние 250 м первую в России радиограмму: «Генрих Герц» [185].

- Дж.Дж. Томсон (Великобритания) сконструировал электронно-лучевую трубку и с ее помощью исследовал отклонение катодных лучей (потока электронов) в магнитном и электрическом полях.
- Дж.Дж. Томсон (Великобритания) открыл электрон. В 1906 году за открытие электрона ему была присуждена Нобелевская премия [57].
- Создана первая радиотехническая компания, Wireless Telegraph and Signal Company Ltd. Компания купила патенты Г. Маркони и с 1900 года стала называться Marconi's Wireless Telegraph Co. Ltd. [54].
- О. Лодж (Великобритания) запатентовал метод настройки передатчика и приемника на одну частоту (Improvement in Synchronized Telegraphy without Wires, Syntonic Wireless) [37, 54].
- О. Лодж (Великобритания) хотел измерить длину волны излучения Солнца, но не смог это сделать. Тогда Дж. Бозе (Индия) предположил, что электрическое излучение Солнца поглощается атмосферой [37, 42].
- Преподаватель Петербургского технологического института Б.Л. Розинг начал работы в области электрической передачи изображений на расстояние («электрической телескопии»).
- К. Браун (Германия) сконструировал катодную трубку, в которой движением электронов управляло магнитное поле (электронно-лучевая трубка).
- Основание телефонной фабрики Л.М. Эриксона, впоследствии трансформировавшейся в завод «Красная заря» (Россия).
- Лорд Рэлей (Великобритания) опубликовал анализ распространения радиоволн по волноводу, заполненному диэлектриком [41].
- А. Дэвис (США) изобрел электролитический конденсатор [41].
- Британцы Е. Вильсон и С. Эванс с помощью радиоволн дистанционно управляли лодкой на Темзе. В 1900 году они получили патент на свое устройство [37, 48].
- Г. Маркони (Италия) получил патент Великобритании на «Улучшения в передаче импульсов и сигналов и аппаратуре для этого» (Improvements in transmitting electrical impulses and signals and in apparatus there-for) [37, 47].

- Британец У. Дуддель, будучи студентом City Guilda College изобрел осциллограф, используя гальванометр с очень малым временем цикла и прибором для наблюдения отклонений на шкале таким образом, что отклонение повторялось с частотой 50 раз в секунду. Сама идея была предложена еще в 1892 году французом А. Блонделем [37, 57].
- А. Слаби и Г. фон Арко (Германия) использовали искровой генератор, когерер и телеграфный аппарат, работавший на частоте 250 МГц. В отличие от Г. Маркони, который изолировал антенну от земли, они заземлили верхний конец антенны передатчика и приемника, чтобы снизить мешающее влияние атмосферы. Связь осуществлялась с мобильными станциями на суше и военных кораблях на расстоянии до 21 км [37, 46].

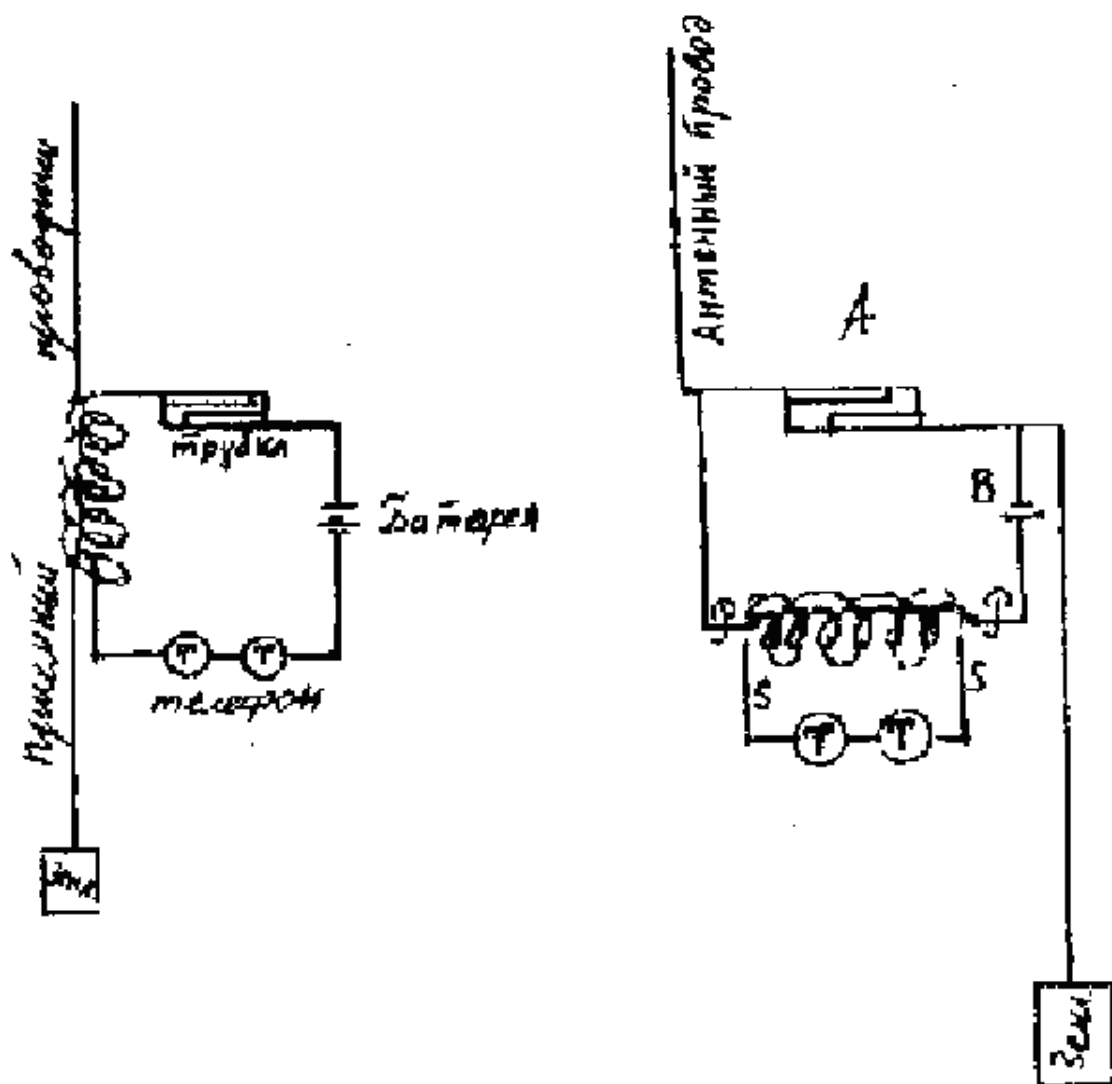
1898

- К. Браун (Германия) усовершенствовал систему Слаби-Арко, применив индуктивную связь искрового генератора с антенной. Когерер также был индуктивно связан с антенной, что позволило осуществлять настройку цепи [37, 46].
- Фирма AEG Company (Германия) начала производство аппаратуры, разработанной Слаби [37, 46].
- Н. Тесла (США) продемонстрировал в Мэдисон парке радиоуправляемую лодку и получил патент на изобретение [37].
- Инженер из Дании Вольдемар Поульсен создал «телеграфон» – устройство для магнитной записи звука [58, 109].
- Французский изобретатель Е. Дюкре и его коллега Э. Роджер передали сигнал с Эйфелевой башни на приемник, расположенный рядом с Пантеоном [45, 109].
- Серийный выпуск радиостанций по системе А.С. Попова во Франции.
- Создание многоканального гармонического анализатора – А. Майкельсон, С. Стрэттон (США).
- О. Лодж (Великобритания) запатентовал сферический диполь, диполи с квадратными пластинами, бинокулярный диполь и антенну-бабочку [99].
- Присуждение А.С. Попову премии Русского Технического Общества «за изобретение приемника электромагнитных колебаний и приборов для телеграфирования без проводов» [185].

- 15-летний польский гимназист М. Вольфке из г. Ченстохова подал патентную заявку на первое телевизионное устройство без проводов, предположив, что телевизионный сигнал можно передавать с помощью электромагнитных волн, и получил привилегию (патент) в России.
- Сформирована военная радиочасть – Кронштадтский искровой военный телеграф (Россия).
- Предложения по обнаружению судов и предупреждению столкновений с помощью радиоволн – Э. Бранли (Франция).
- Немецкий физик М. Абрахам рассчитал сопротивление излучения простой вертикальной антенны, находящейся на плоской проводящей поверхности [42].

1899

- В институте инженеров-электриков (the American Institution of Electrical Engineers) М. Пупин (США) прочитал лекцию о распространении длинных волн и сообщил о запатентованной им катушке. Компания The American Telephone and Telegraph Company (AT&T) купила патент М. Пупина, что позволило ей увеличить дальность связи до 2000 миль за счет пупинизации [68, 108]. Пупинизация – способ увеличения дальности передачи телеграфных и телефонных сообщений по кабелям связи искусственным увеличением их индуктивности. Предложена в 1900 году М. Пупином и впервые осуществлена в 1902 году. Пупинизация явилась реализацией идеи О. Хевисайда (Великобритания) о возможности уменьшения потерь энергии сигналов, передаваемых по кабельной линии связи, посредством подбора определенного соотношения ее четырех основных электрических параметров – активного сопротивления R , индуктивности L , емкости C и проводимости изоляции G , приходящихся на единицу длины линии.
- Г. Маркони (Италия) послал первую международную телеграмму из Дувра в Англии во Францию [109].
- А.С. Попов (Россия) разработал первую схему детекторного приемника на базе кристаллического диода, сконструированного им же. Новый прибор был назван «телефонным приемником депеш», чувствительность его была в несколько раз выше, чем у когерентного. Он стал прототипом будущих приемников амплитудно-модулированных сигналов в радиотелеграфии и радиотелефонии [7].



Принципиальные схемы детекторных приемников, разработанных А.С. Поповым.
Рисунки выполнены А.С. Поповым в 1899 году

- Н. Тесла (США) построил гигантский индуктивный резонатор на частоту 150 кГц мощностью 300 кВт, чтобы продемонстрировать передачу энергии без проводов [166-168].
- Э. Томсон (США) предложил метод направленного приема [37].
- Г. Маркони (Италия) установил беспроволочный телеграф на борту корабля «Св. Петр» [41].
- К. Браун (Германия) использовал петлевую антенну для передачи и приема сигналов [37, 50].
- Британский инженер С.Дж. Браун предложил использовать вертикальные антенны, отстоящие друг от друга на половину длины волны, для реализации направленного приема. Он также запатентовал параболический отражатель для фокусировки излучаемой волны [37].

- Британский инженер Дж. Мюррей электрически соединил две вертикальные антенны передатчика между собой, чтобы обеспечить направленное излучение [37].
- Русский инженер-технолог А.А. Полумордвинов получил привилегию (патент) на оптико-механическую систему передачи черно-белых и цветных изображений [72].
- По телеграфу послан первый сигнал о спасении в Англию с борта корабля [37, 42, 45].
- Американский инженер-электрик Дж. Стоун подал патентную заявку на идею направленного излучения и приема с помощью полуволнового вибратора [64].
- Дж.Ч. Бозе (Индия) изобрел ртутный когерер [185].
- Основание политехнического института, впоследствии Санкт-Петербургского технического университета им. Петра Великого (Россия).

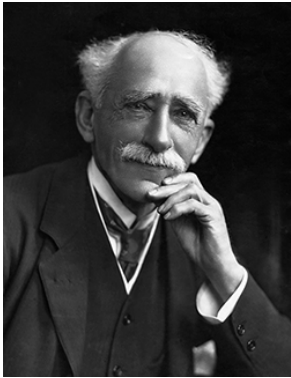
1900

- В январе на I Всероссийском электротехническом съезде заслушан доклад К.Д. Перского (Россия) «Современное состояние вопроса об электровидении на расстоянии (телевизирование)».
- 24 августа К.Д. Перский (Россия) выступил с докладом «Телевидение при помощи электричества» на Международном электротехническом конгрессе в Париже. В его докладе впервые был введен термин «телевидение», который впоследствии получил широкое распространение во всем мире.
- Н. Тесла (США) получил патенты США на «Устройство для передачи электрической энергии», заявки на которые были им поданы в 1897 году. Впоследствии эти патенты были признаны первыми патентами на радиосвязь и послужили основанием для отмены судом в США первенства Г. Маркони.
- О. фон Бронк в Германии подал патентную заявку на цветное телевидение.
- А. С. Попов создал первый кристаллический точечный диод с контактом стальные иголки – угольные шарики и с успехом применил его в своем детекторном приемнике. Это изобретение на 6 лет опередило аналогичные конструкции американцев Г. Пикарда и, независимо, Г. Данвуда. [7]

- Первое практическое применение радио. Броненосец «Генерал-адмирал Апраксин» налетел на камни у южной оконечности о. Гогланд. Для обеспечения работ по снятию броненосца с мели А.С. Попов предложил организовать радиосвязь между Коткой и Гогландом. На берегу были воздвигнуты мачты, подвешены антенны и установлена аппаратура. Во время спасательных работ связь между берегом, островом и броненосцем поддерживалась по беспроводному телеграфу. Дальность связи достигала 45 км. Первая радиограмма содержала приказ ледоколу «Ермак» выйти в море для спасения 27 рыбаков, унесенных в море на оторвавшейся льдине (Россия).
- В сентябре в Кронштадте начала работать «Мастерская для производства и ремонта аппаратов телеграфии без проводов» – первенец российской радиопромышленности – А.С. Попов (Россия).
- 5 августа русский изобретатель инженер-технолог А.А. Полумордвинов предложил цветную телевизионную систему, основанную, как и современная система цветного телевидения, на трехкомпонентной теории цвета, и получил патент на «Светораспределитель для аппарата, служащего для передачи изображений на расстояние со всеми цветами и их оттенками и всеми тенями».
- Создание дугового генератора незатухающих колебаний. Чтобы получить незатухающие колебания В. Дуддель (Великобритания) включил в схему колебательный контур, настроенный на высокую частоту.
- В. Дуддель (Великобритания) запатентовал «поющую дугу» [37].
- 26 апреля в Великобритании Г. Маркони (Италия) получил исторический патент № 7777 на «Oscillating Sintonic Circuit with Inductance and Capacitance» – устройство перестройки частоты – прообраз умножителя частоты.
- Р.А. Фессенден (США) разработал принцип «наложения вибрирующих волн звуковой частоты на постоянную радиочастоту, чтобы модулировать амплитуду радиоволны в форму звуковой волны». Принцип был назван амплитудной модуляцией. Проведены первые эксперименты по передаче голоса по радио на расстояние в одну милю.
- Р.А. Фессенден (США) осуществил первую передачу голоса на расстояние 25 миль с помощью искрового генератора [37, 46, 50].

- Бразильский католический священник и изобретатель Р. де Моура 3 июня продемонстрировал в Сан Пауло передачу по радио человеческого голоса на расстояние 8 км. 9 марта 1901 года Р. Моура получил бразильский патент, позже (11 октября 1904 года) он же получил патент США на *передатчик волн*, а в ноябре 1904 года – на *беспроводный телефон и телеграф* [37, 170].
- 23 декабря Р. Фессенден, экспериментируя с высокочастотным искровым передатчиком, провел успешную передачу речи на расстояние 1,6 км (одна миля), которая была первым в мире сеансом звуковой радиопередачи. Качество звука было сильно искаженным и непригодным для практической коммерции, но как тестовое испытание эта передача показала, что после технических доработок скоро будет вполне возможно передавать звук с помощью радиосигнала [169].

ПЕРВАЯ ПОЛОВИНА XX ВЕКА



Джон Амброз Флеминг
1849 – 1945



Борис Розинг
1869 – 1933



Реджинальд Фессенден
1866 – 1932



Ли де Форест
1873 – 1961



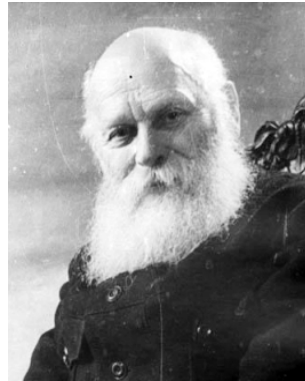
Леонид Мандельштам
1879 – 1944



Николай Папалекси
1880 – 1947



Владимир Зворыкин
1880 – 1982



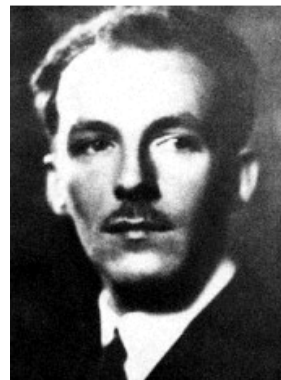
Валентин Вологдин
1881 – 1953



Михаил Бонч-Бруевич
1888 – 1940



Эдвин Армстронг
1890 – 1954



Лев Термен
1896 – 1993



С. Катаев
1904 – 1991

Для радиоэлектроники первая половина двадцатого века была временем великих изобретений, которые следовали одно за другим: вакуумный диод, электронная лампа, передающая и приемная телевизионные трубки, а на грани пятидесятих годов – полупроводниковые приборы.

Радио находит все больше разнообразных применений – радиосвязь, радиовещание, телевидение, радиолокация и радионавигация. Для передачи сигналов изобретаются и разрабатываются различные виды модуляции, в первую очередь, амплитудная и частотная. Появляются первые электронные программируемые вычислительные машины. Кажется, что электроника может все.

1900-1901

- В октябре 1900 г. Г. Маркони (Италия) закончил сооружение самой мощной по тем временам телеграфной радиостанции в Полду (полуостров Корнуолл, Великобритания). На радиостанции было установлено 20 мачт высотой по 61 м, размещенных по кругу диаметром 61 м. Мачты поддерживали коническую антенную систему из 400 проводов, изолированных вверху и соединенных в основании, формируя таким образом перевернутый конус. Высокочастотный искровой генератор обеспечивал мощность 25 кВт. 17 сентября 1901 года, перед началом опытов с трансатлантической связью буря сломала мачты. В срочном порядке была сооружена антенная система с двумя мачтами и с 54 проводами, расположенными на расстоянии 1 м друг от друга. В начале 1902 года сообщения радиостанции Полду через восстановленную антенную систему принимались на морских судах на расстоянии 1300 км в дневное время и 2900-3900 км ночью [4].

1901

- Получение первой радиограммы через Атлантический океан (расстояние около 3 500 км). 12 декабря 1901 года примерно в 12.30 местного времени на полуострове Ньюфаундленд (Сент-Джон, Канада) Г. Маркони (Италия) вместе с ассистентом Г. Кемпом (Великобритания), используя приемник с проводной антенной, прикрепленной к воздушному шару, принял три слабых сигнала радиостанции Полду, соответствующих символу «S» в коде Морзе (частота передатчика 850 кГц). У передатчика в Англии был Джон Амброс Флеминг (Великобритания). Эксперимент показал, что радиосигналы могут распространяться за горизонт [4, 5].

- Г. Маркони (Италия) «изобрел мобильное радио» – на специально оборудованный автофургон он установил оборудование для проведения экспериментов по приему телеграмм без проводов [4, 5].
- А.С. Попов (Россия) достиг дальности радиосвязи между кораблями на Черном море на расстоянии 148–150 км [4].
- В конце декабря начал работу II Всероссийский электротехнический съезд, который приходил в Москве в Политехническом музее. На съезде выступил А.С. Попов с докладом «Основы современного телеграфирования без проводов» [12].
- К.Ф. Браун (Германия) предложил использовать кристаллический детектор как часть приемника [5].
- О. Ричардсон (Великобритания) разработал теорию эмиссии электричества раскаленными телами (*Negative Radiation from Hot Platinum Wire*). В 1902 году он опубликовал результаты экспериментов, подтверждающих его теорию. В 1928 году за свои исследования О. Ричардсон был удостоен Нобелевской премии [37, 154, 161].
- Н. Тесла (США) первым описал систему, контролирующую местоположение движущегося объекта с помощью радиоволн, т.е. идею радиолокатора.

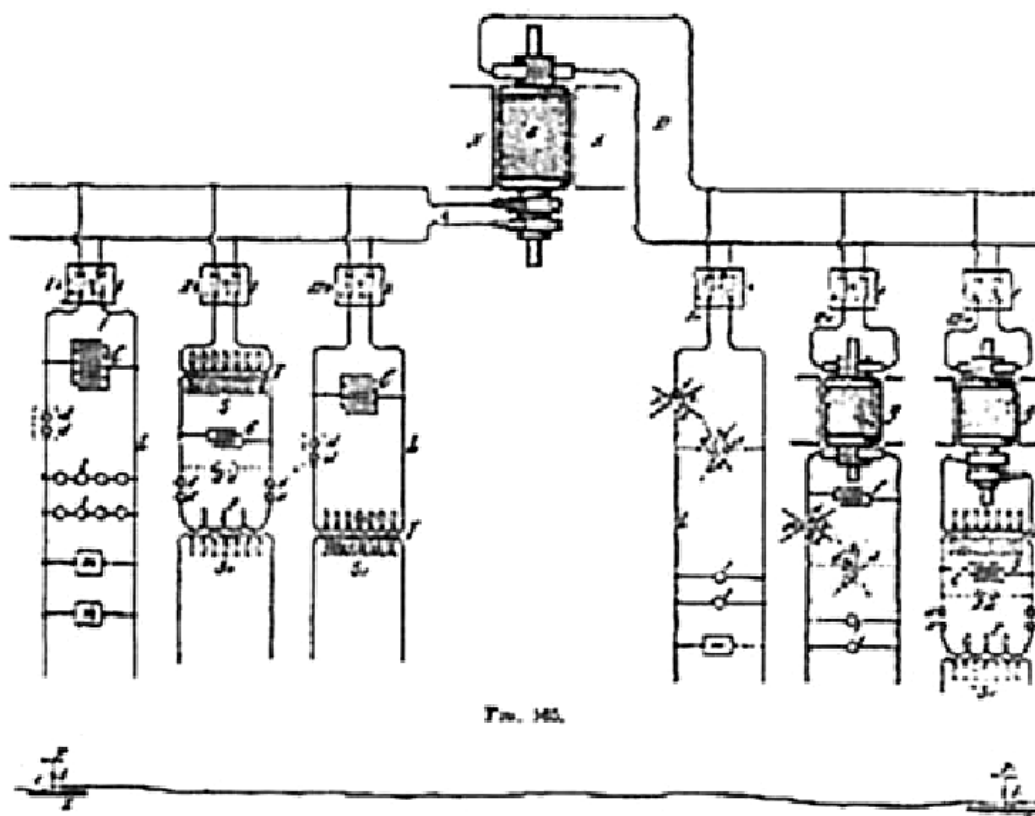
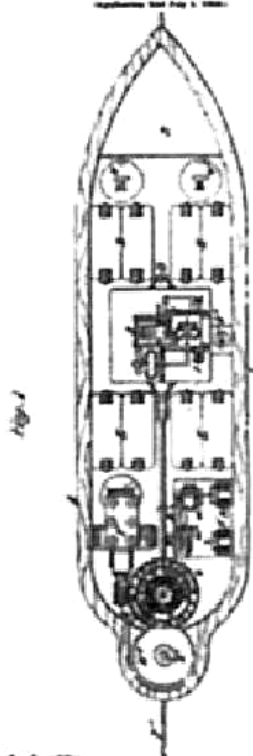
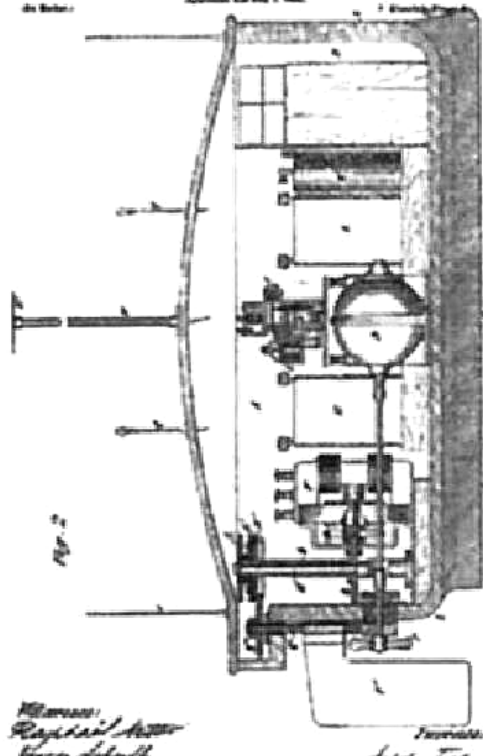


Рисунок Н. Тесла из патента США № 645 576

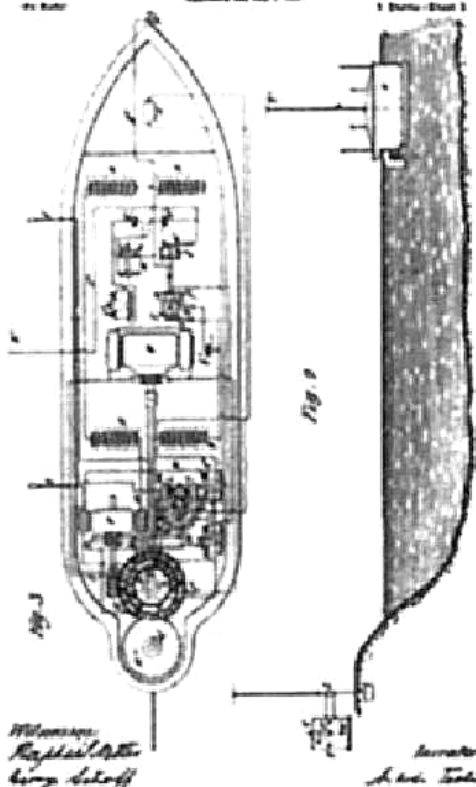
No. 613,809 N. TESLA. Patented Nov. 8, 1900.
METHOD OF AND APPARATUS FOR CONTROLLING MECHANISM OF MOVING VESSELS
OR VEHICLES.
Inventor: Raphael H. Tesla
Witness: George Schuff



No. 613,809 N. TESLA. Patented Nov. 8, 1900.
METHOD OF AND APPARATUS FOR CONTROLLING MECHANISM OF MOVING VESSELS
OR VEHICLES.
Inventor: Raphael H. Tesla
Witness: George Schuff



No. 613,809 N. TESLA. Patented Nov. 8, 1900.
METHOD OF AND APPARATUS FOR CONTROLLING MECHANISM OF MOVING VESSELS
OR VEHICLES.
Inventor: Raphael H. Tesla
Witness: George Schuff



N. TESLA. Patented Nov. 8, 1900.
METHOD OF AND APPARATUS FOR CONTROLLING MECHANISM OF MOVING VESSELS
OR VEHICLES.
Inventor: Raphael H. Tesla
Witness: George Schuff

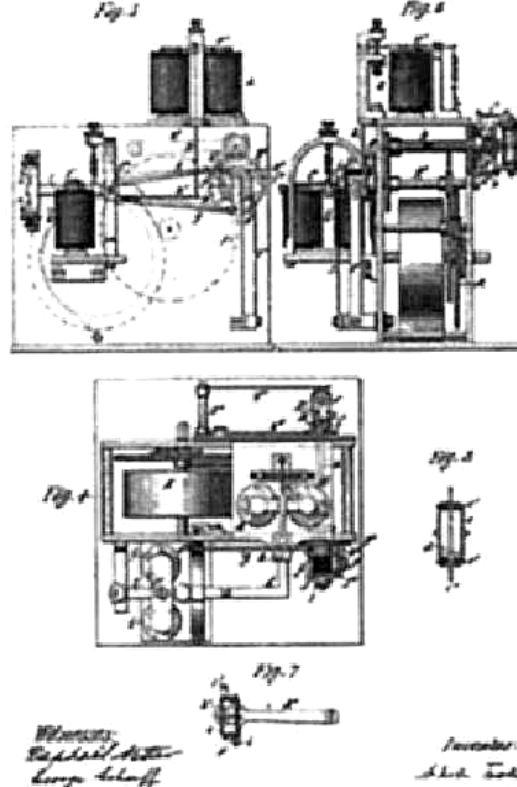
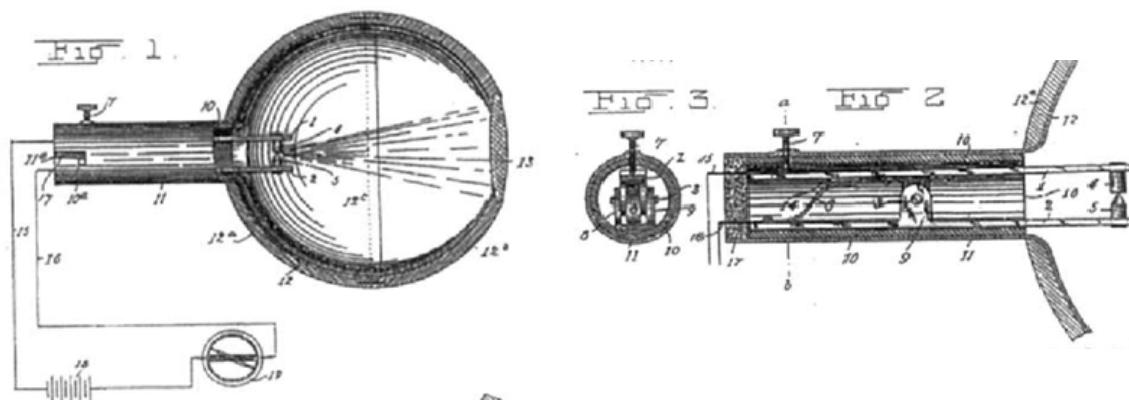


Рисунок из патента Н. Тесла № 613 809 (США) «Метод и устройство управления механизмом движущегося корабля или машины»

- 30 сентября Дж. Бозе (Индия) подает заявку на патент США «Detector for Electrical Disturbances» (детектор электрических возмущений) – полупроводниковый детектор на основе галенида (сульфида свинца). Патент № 755 840 получен 29 марта 1904 года. Этим патентом Дж. Бозе предвосхитил применение полупроводников в электронике [13, 27, 32, 37, 42].



Рисунки из патентной заявки Дж. Бозе

- В.В. Майер (Германия) впервые использовал для фиксации резонанса измерение тока в цепи колебательного контура вместо измерения напряжения на емкости [37].

1902

- Р.А. Фессенден (Канада) запатентовал тепловой или «короткозамкнутый» детектор («Hot-Wire Barretter»), по чувствительности равный магнитному детектору Г. Маркони [4].
- Р.А. Фессенден (Канада) предложил и запатентовал (патент № 706740 от 12 августа) принцип преобразования частоты. «...Принятая радиочастота смешивается с другой частотой, отличной от несущей и вырабатываемой специальным генератором (гетеродином). В результате сложения получается постоянная промежуточная частота, которую проще усилить и демодулировать». Это позволяет уменьшить шумы и помехи от других радиосигналов. В дальнейшем предложение Фессендена послужило основой для разработки Э. Армстронгом (США) супергетеродина. Система с преобразованием частоты к 1918 году стала стандартом и основой для всего последующего развития техники радиоприема [4, 5].
- 25 июня Г. Маркони (Италия) запатентовал «магнитный детектор», более совершенный, чем когерер. Впервые магнитный детектор использовался на борту итальянского линкора «Carlo Alberto», передан-

ного в распоряжение Г. Маркони по приказу итальянского правительства. Во время радиотелеграфной кампании проводилась связь между Неаполем (Италия) и Кронштадтом (Россия), при этом поддерживалась постоянная связь с радиостанцией Полду (Великобритания). Магнитный детектор был «исключительно надежен», но имел малую чувствительность [4, 5].

- В. Поульсен (Дания) создал практическую конструкцию дугового конвертера («дугу Поулсена») для применения в качестве генератора непрерывного излучения (радиосигналов). С 1904 года он использовал дугу для экспериментальных радиопередач между Лингби (Lyngby) и другими пунктами в Дании и Великобритании. Почти два десятилетия дуговые генераторы применялись в передатчиках во всем мире, пока не были вытеснены машинными и ламповыми генераторами [4, 5, 11].
- В Бостоне (США) начал издаваться журнал для радиолюбителей «Amateur Work», в июньском номере которого были приведены схема передатчика и чертежи антенны, которые в 1901 году использовал Маркони при проведении трансатлантической связи [4].
- Американские ученые Л. Остин и Х. Старк впервые обнаружили вторичную электронную эмиссию [37].
- О. Хевисайд (Великобритания), племянник Ч. Уитстона, и А.Э. Кеннелли, американский инженер-электрик, независимо предсказали существование на высоте около 100 миль (185 км) слоя ионизированных газов (ионосферы), отражающего радиоволны. Наличие этого слоя позволяет радиоволнам распространяться на расстояния, превышающие дальность прямой видимости. В честь первооткрывателей слой часто называют «слоем Кеннелли-Хевисайда» [4, 5].
- А. Корн (Германия) продемонстрировал первую фотоэлектрическую (предыдущие методы основывались на контактном принципе) систему передачи и воспроизведения полутонных (фото) изображений. Позже организовал коммерческую службу передачи фотоизображений. Система Корна использовалась в военных целях, картографии и издательском деле в Германии, России, Польше и Италии.
- Австрийский физик Ф. Ленард использовал третий электрод в вакуумной лампе при изучении фотоэлектрического эффекта. В 1905 году удостоен Нобелевской премии [37, 43].

- Преподаватель Кронштадского минного класса А.А. Петровский (Россия) применил две отклоняющие катушки для отклонения электронного пучка по двум координатам [72].
- К. Ерет (США) подал две патентные заявки на передачу и прием кодированных сигналов или речи с помощью частотной модуляции сигналов. Это было первое из известных описание частотной модуляции. Метод заключался в изменении сопротивления или реактивности генератора (США) [1, 8, 37, 41].
- Американский инженер Г. Пикард создал петлевую антенну [37, 42].
- Г.Ф. Вебер (Германия) предложил интересное объяснение того, что скорость распространения электромагнитной волны в волноводе меньше скорости света [37, 68].

1902-1903

- Л. Торрес-Кеведо (Испания) создал первую модель «телекино» – устройства, предназначенного для управления механическими объектами на расстоянии с помощью электромагнитных волн (теле – от греческого далеко, на расстоянии, кино – движение). В 1902 году он подал заявку на французский патент, в 1903 году – на испанский патент, а затем и на британский патент. В 1903 году Кеведо представил действующую модель «телекино» во Французской академии наук. Это был робот, управляемый командами на расстоянии. В 1906 году Кеведо успешно продемонстрировал свое изобретение в порту Бильбао, управляя лодкой с берега. Позже он попытался использовать свое устройство для управления торпедой, но прекратил работы из-за отсутствия средств. Кеведо также является одним из изобретателей современной вычислительной машины. Он сконструировал механизмы для решения алгебраических и дифференциальных уравнений, в 1915 году ввел в теорию машин раздел, который назвал автоматикой. Высказал ряд положений, в дальнейшем использованных в кибернетике. Кеведо занимался также строительством подвесных канатных мостов, в частности, он построил канатный мост через Ниагарский водопад [162, 163, 187].

1903

- Осознание роли радиоэлектронной борьбы и выработка рекомендаций по радиоэлектронному противодействию – А.С. Попов (Россия) [1].

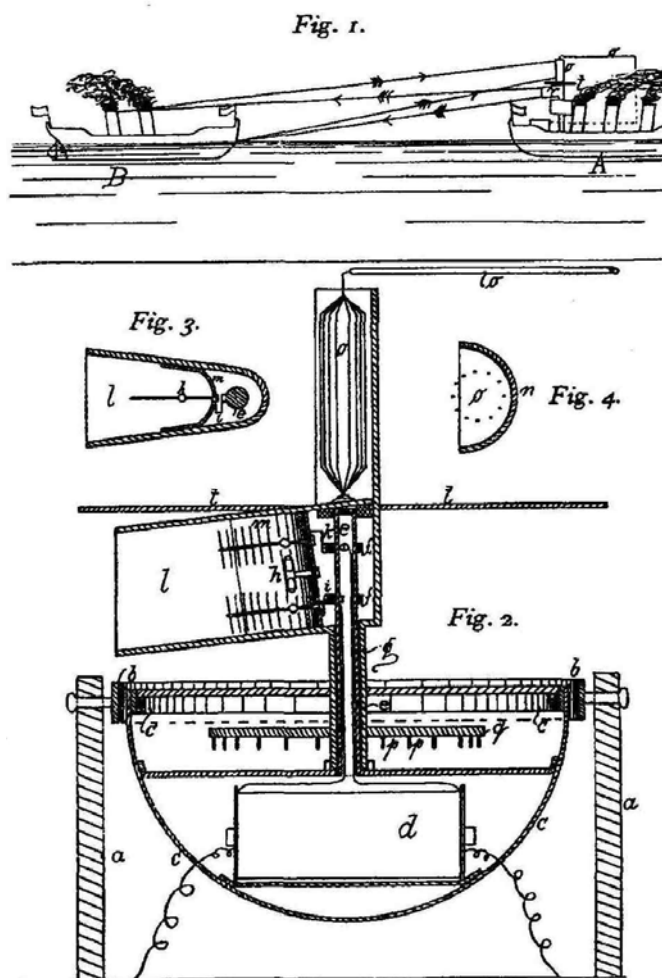
- Первая международная конференция по телеграфии без проводов – Берлин (Германия).
- В Германии компаниями «Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft» (AEG) и «Siemens & Halske AG», создана «Telefunken Sendertechnik» – электротехническая и электронная компания «Телефункен» [1, 4].
- Американский инженер-электрик и изобретатель Ч.П. Штейнметц создал генератор переменного тока, обеспечивающий ток 10 000 А и мощность свыше 100 кВт [4].
- Г. Маркони (Италия) купил патент Т. Эдисона на антенну (см. 1885 год) [162].
- Г. Маркони (Италия) установил передающую станцию в Южном Веллфлите (Массачусетс). Во время церемонии ее открытия произошел обмен приветственными телеграммами между президентом Т. Рузвельтом и королем Великобритании Эдвардом VII [37, 44].
- Р.А. Фессенден (Канада) запатентовал «жидкостный бареттер» («Liquid Barretter») – первый детектор незатухающих колебаний. Изобретение жидкостного детектора было случайностью: в процессе создания короткозамкнутого детектора (см. 1902 год) Фессенден забыл заготовку на длительное время в кислоте, заметив позже, что «оставшийся огрызок также хорошо реагирует на радиосигналы, генерируемые поблизости». Жидкостный бареттер имел намного более высокую чувствительность и стабильность, чем у детекторов, существовавших до того времени. Новый детектор был принят на вооружение в американском флоте [4].
- Дж. Тэйлор (США) высказал предположение о влиянии солнечной активности на распространение радиоволн [37, 41].
- Немецкий физик А. Венельт ввел в электроннолучевую трубку для фокусировки пучка цилиндр с отрицательным потенциалом (цилиндр Венельта) [70, 72].
- В.М. Майнер запатентовал метод временного разделения телефонных каналов [37].
- Испанский инженер Л. Торрес-Кеведо запатентовал и продемонстрировал в работе «телекино» – устройство удаленного управления моделью корабля с помощью радиоволн. Он создал семейство кодовых слов, генерируемых телеграфным передатчиком, и построил приемник

нового типа, который был способен реагировать соответствующим образом на каждое командное слово [37, 187].

- Американец Ч. Крум, вице-президент *the Western Cold Storage Company* получил патент на первый телетайп (телеграфный буквопечатающий аппарат) [46].

1904

- Изобретение лампового диода. Дж.А. Флеминг, британский физик, изобрел и запатентовал «выпрямитель» или двухэлектродную электронную лампу – «диод Флеминга». В дальнейшем устройство стало применяться в приемниках в качестве детектора радиоволн. Сначала ламповый диод не мог конкурировать по чувствительности с другими видами детекторов, что и обусловило его малое распространение. Однако через несколько лет усовершенствованные ламповые устройства вытеснили другие типы детекторов [1, 4, 5, 8].
- Патентное ведомство США выдало Г. Маркони (Италия) патент на изобретение радио. Патент был отменен в пользу Н. Тесла Верховным судом США в 1943 году [37].
- Г. Маркони (Италия) заключил соглашение с пароходной компанией «Cunard» об организации связи кораблей с берегом [37, 44].
- Х. Хюльсмейер (Германия) предложил способ обнаружения металлических предметов по рассеянным ими волнам. 30 апреля ему был выдан германский патент на «телемобилоскоп» (впоследствии стали использовать термин «радар»). Этот прибор был предназначен для организации безопасного судоходства по Рейну в тумане и



Рисунки из патента Хюльсмейера
на «телемобилоскоп»

в ночное время. Достигнутая дальность действия составила 3 км, впервые наблюдался эффект ложной тревоги. Хотя демонстрация телемобилоскопа состоялась, никто из судовладельцев не заинтересовался этим изобретением. Интерес к радиолокации вновь вспыхнул в 30-х годах, когда по крайней мере 8 стран стали разрабатывать радары для решения задач ПВО. Термин «радар» был введен в научный обиход позднее [4].

- Р.А. Фессенден (Канада) предложил фирме General Electric (в дальнейшем Radio Corporation of America – RCA) построить генератор переменного тока большой мощности (альтернатор) для осуществления трансатлантической радиотелеграфной связи. К выполнению проекта был привлечен Э. Александерсон (Швеция) [5].
- Р.А. Фессенден (Канада) осуществил радиотелеграфную связь на расстояние 40 км [37].
- Предложена идея цветного телевидения. Первое в мире зарегистрированное описание системы цветного телевидения, базирующейся «на принципе сканирования трех первичных цветов», содержится в одном из немецких патентов 1904 года. Позже, в 1908 году (см. 1907 г.) российский изобретатель О. Адамян запатентовал двуцветный аппарат для передачи сигналов («Приспособление для превращения местных колебаний светового пучка, отраженного от зеркала осциллографа, в колебания яркости трубки Гейслера», заявка подана в 1907 году). Позже он получил аналогичные патенты в Великобритании, Франции и России (1910, «Приемник для изображений, электрически передаваемых с расстояний»). В 1918 году Адамян собрал первую в России установку, способную демонстрировать черно-белое изображение (статичные фигуры), что было большим шагом в развитии телевидения. В 1925 году он получил патент на трехцветную электромеханическую систему телевидения (устройства по передаче цветных изображений на расстояние при помощи диска с тремя сериями отверстий). При вращении диска три цвета сливались в единое изображение. Опытные передачи были продемонстрированы в том же году в Ереване. Первое коммерчески успешное использование цветного ТВ началось только 17 декабря 1953 года на основе разработок RCA (США) [5, 186].
- Американский инженер Ф.Спрэйг выдвинул идею печатных схем [37, 180].

- Применение методов радиоэлектронного противодействия и регламентация электросвязи для условий военного времени – вице-адмирал С.О. Макаров, контр-адмирал П.П. Ухтомский (Россия). Из приказа командующего Тихоокеанским флотом № 27 от 7 марта 1904 года: «...Приемная часть телеграфа должна быть все время замкнута так, чтобы можно было следить за депешами, и если будет чувствоваться неприятельская депеша, то тотчас же доложить командиру и по возможности определить, заслоняя приемный провод, приблизительное направление на неприятеля и доложить об этом. Определить направление можно, поворачивая свое судно и заслоняя своим рангоутом приемный провод, причем по отчетливости можно судить о направлении на неприятеля. Минным офицерам предлагается провести в этом направлении всякие полезные опыты». 15 апреля 1904 года беспроводной телеграф находит еще одно новое боевое применение: передающая станция «Золотая гора» и броненосец «Победа» создают помехи обнаруженному телеграфному обмену японских кораблей и тем самым резко снижают эффективность проводимого ими артиллерийского обстрела крепости Порт-Артур. 1904 год можно назвать годом рождения российской радиоразведки [4].
- Осуществлена первая телеграфная передача картинок на трассе Мюнхен – Нюрнберг – Мюнхен с помощью телеавтографа (telautograph) Корна (Германия) [37, 45].
- Рассчитана конфигурация электростатического поля вокруг металлической сетки между двумя электродами, рассматривая задачу как чисто электростатическую [37, 43, 44].
- Немецкий физик А. Венельт изобрел оксидный эмиттер (катод) лампового диода. Его применяли в лампах вплоть до 1914 года [37].
- Дж. Бозе (Индия) получил патент на диод с точечным контактом (*Point contact diode using galena*) по заявке, поданной в 1901 году [37, 43].
- С.М. Айзенштейн (Россия), российский ученый-радиотехник, получил патент на «Систему одновременного телеграфирования и телефонирования без проводов» [4, 12].
- В Москве начала работу центральная телефонная станция емкостью 60 000 номеров, построенная в сотрудничестве с компанией «Ericsson». Несколько лет в техническом отношении станция являлась одной из наиболее передовых в мире [4].

- Автоответчик («Answerphone»), основанный на «телеграфоне» Поулсена впервые начал применяться на телефонных станциях для ответов на обращения клиентов и объявления счетов за пользование услугами [4].

1904-1905

- Священник и изобретатель из Словакии Дж. Мургаас создал мобильную систему связи и беспроводный передатчик информации и человеческого голоса, используя свою тоновую систему. Он описал ее в патенте США (1904) «*Wireless-telegraph apparatus*» (беспроволочный телеграфный аппарат). В этом же году он получил еще один патент США на «*The way of transmitted messages by wireless telegraphy*» (способ передачи информации по беспроводному телеграфу). В 1907-12 годах Дж. Мургаас получил еще 13 патентов США, связанных с беспроводным телеграфом [37]:
 - U.S. Patent 860,051 «*Constructing Antennas for Wireless Telegraphy*» (1907)
 - U.S. Patent 876,383 «*Apparatus for making electromagnetic waves*» (1908)
 - U.S. Patent 848,675 «*Wave meter*» (1907)
 - U.S. Patent 848,676 «*Electrical transformer*» (1907)
 - U.S. Patent 860,051 «*Underground wireless telegraphy*»
 - U.S. Patent 915,993 «*Wireless telegraphy*» (1909)
 - U.S. Patent 917,103 «*Making of sparkles frequency from power supply without interrupter*» (1909)
 - U.S. Patent 917,104 «*Magnetic waves detector*» (1909)
 - U.S. Patent 930,780 «*Magnetic detector*» (1909)
 - U.S. Patent 1,196,696 Improved invention in the United States; given in England GB9726 in 1907
 - U.S. Patent 1,196,969 «*The way and apparatus for making electrical alternating current oscillations*» (1916)
 - U.S. Patent 1,001,975 «*Apparatus for making electrical oscillations*» (1911)
 - ????????? «*Spinning reel for fishing rod*» (1912)
- Французский инженер и писатель Л. Эстони ввел в обиход термин *телекоммуникация (telecommucation)* [46].
- Телеграфистам-любителям Великобритании был пожалован *The wireless telegraphy act* [37, 50].

- Г. Маркони (Италия) заключил соглашение с пароходной компанией *Cunrd Steamship* об организации первой системы связи корабль-берег [109].

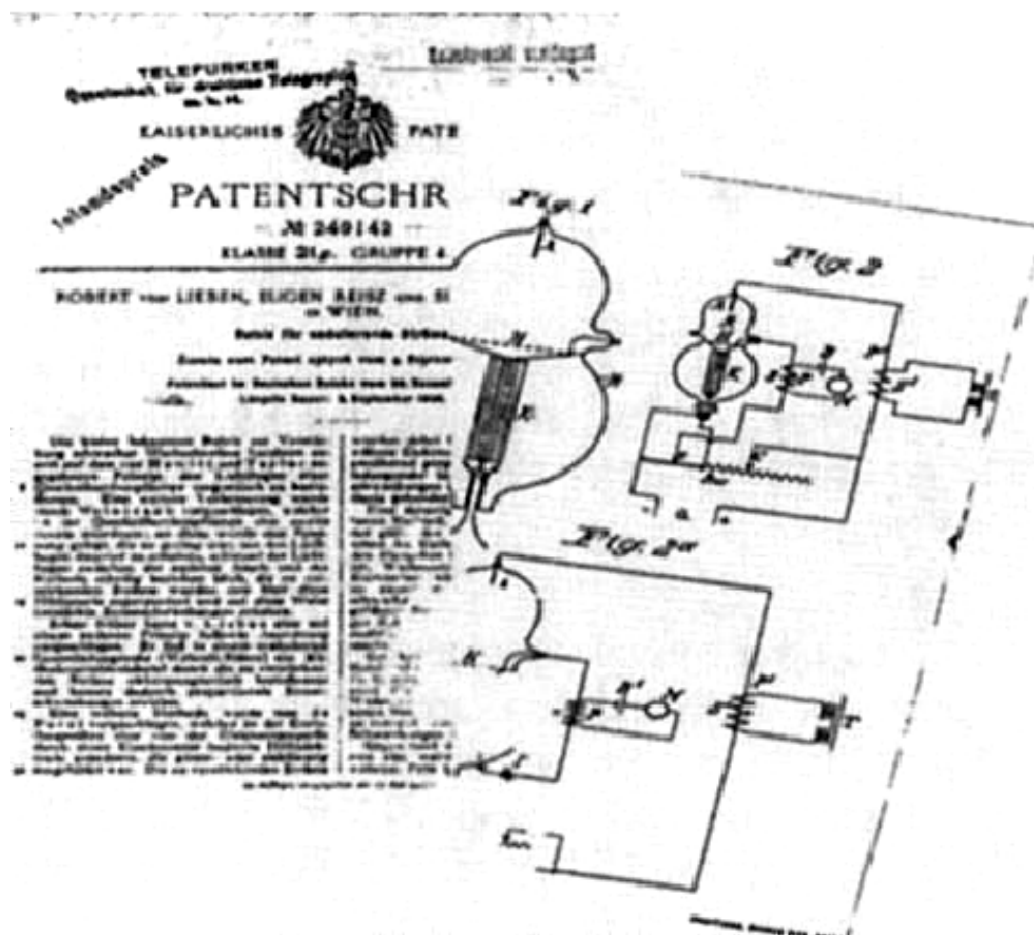
1905

- Предложен способ гетеродинного приема сигналов. После появления триода этот метод пережил второе рождение и воплотился в приемниках с преобразованием частоты – Р. Фессенден (Канада) [5, 8]. (См. также 1902 год.)
- Фотонная теория света и уравнения внешнего фотоэффекта. Статья «К электродинамике движущихся тел», ставшая началом исследований по специальной теории относительности, совершившей кардинальный переворот в представлениях о пространстве и времени – А. Эйнштейн (Германия) [49, 58].
- А. Эйнштейн (Германия) опубликовал выведенное им уравнение для описания фотоэффекта, справедливость которого экспериментально доказал в 1915 году Р. Милликен (США) [165].
- М.К. Вин (Германия) повысил эффективность дуговых генераторов, создав мост, состоящий из серии медных дисков, разделенных промежутком. Это позволило генерировать короткие импульсы большой мощности, автоматически затухающие при прохождении первого нуля. Во вторичной цепи при этом создавались колебания постоянной частоты с малым коэффициентом затухания [32, 37, 46].
- Д. Стоун (США) запатентовал схемы для передачи и приема мультимплексной радиотелефонии и телеграфии [38, 40, 41, 42].
- В. Дуддель и Дж. Тэйлор (Великобритания) впервые измерили интенсивность электрического поля с помощью термогальванометра [37, 40, 41].
- Радиоуправляемая торпеда, спроектированная инженером Г. Шумейкером, была изготовлена в США и продана в Японию [37, 47].
- Г. Маркони (Япония) запатентовал направленную горизонтальную антенну. Концепция направленных антенн во время Первой Мировой войны послужила развитию радиопеленгации (определения направления на радиопередатчик) [4, 5].
- А. Венельт (Германия) предложил известковать платиновый катод трубки с катодными лучами (покрывать окисью BaO и SrO) для достижения эмиссии при разумных значениях напряжения [37, 57].

- В Германии начала работу первая автоматическая телефонная станция на 400 номеров [4].
- Американский изобретатель Ли де Форест установил радиосвязь между железнодорожным составом, находящимся в пути, и станциями на дальности 50 км.

1906

- В Берлине на 1-й Международной административной конференции ITU (Международного телеграфного союза) принят регламент радиосвязи (International Radiotelegraph Convention) – свод правил, регулирующих порядок использования странами – членами ITU любых радиостанций, а также других радио- и электротехнических устройств, излучающих радиоволны и тем самым способных создавать помехи радиоприему [4].
- Изобретен электромеханический прерыватель для телефонного приема радиотелеграфных сигналов (тиккер) – П. Педерсен (Дания).
- Компания «Bell Telephone Laboratories» начала устанавливать первые автоматические телефонные станции (АТС) и разворачивать систему автоматической телефонной связи на территории США. Принцип автоматической телефонии, изобретенный А. Строугером (США), используется во всем мире до настоящего времени [4].
- 24 декабря Р.А. Фессенден (Канада) осуществил первую официальную передачу голоса и музыки по радио. Передача велась из Брант Рока (штат Массачусетс, США) для судов в Атлантическом океане, на частоте 100 кГц с использованием 1 кВт генератора переменного тока, разработанного Фессенденом совместно с Александерсоном. Передачу принимали на судах компании «United Fruit Company», на которых были установлены «кристаллические» приемники. Дальность более 100 миль (185 км). Считается началом использования незатухающих ВЧ колебаний для передачи сигналов [4, 11, 37, 46].
- Ли де Форест (США) изобрел ламповый триод (на основе диода Флемминга). Запатентован в 1907 году (патент США был получен в феврале 1908 года). До 1912 года триод использовался как диод, затем Ф. Ловенштейн и Л. Форест в США, Р. фон Либен и О. фон Бронк в Германии стали использовать триод для усиления колебаний [8, 37, 45].



Патент фон Либена от 20 декабря 1910 года

- Г. фон Арко (Германия), немецкий ученый, осуществил передачу голоса по радио на расстояние около 40 км. Аппарат Арко демонстрировался в 1912 году на международной радиотелеграфной конференции в Лондоне. Изобретения Арко стали причиной долгой судебной тяжбы между «Siemens & Halske» и немецким отделением «General Electric», пока спор не был улажен вмешательством короля Кайзера Вильгельма. Это привело к формированию «Telefunken Gesellschaft», которая объединила различные немецкие беспроводные компании. Арко был назначен главным инженером нового объединения [4]
- Французский ученый Э. Белин изобрел машину для телефотографии, которую он назвал *телеграфоскоп* (*telegraphoscope*). В 1914 году он же разработал переносную версию – *белинограф* (*belinograph*) [37, 45].
- Г.В. Пикард, американский инженер-электрик, запатентовал кристаллический детектор: «Контакт между тонким металлическим проводником и поверхностью некоторых кристаллических материалов (кремний, галенит, пирит и пр.) выпрямляет и демодулирует высоко-

частотный переменный ток, возникающий в антенне при приеме радиоволн». В дальнейшем детектор получил прозвище «catwhisker» – «кошачий ус» из-за тонкого проводника, с помощью которого осуществлялся контакт с поверхностью кристалла. Было сделано множество приспособлений, чтобы облегчить поиск наиболее чувствительной точки на кристалле. Лучшие из подобных детекторов были практически эквивалентны по чувствительности более ранним жидкостным детекторам, но из-за большей технологичности и неприхотливости практически полностью вытеснили последние. Точечно-контактный кристаллический детектор был предшественником транзистора. Г. Пикард изучал поляризацию радиоволн, исследовал влияние солнца и солнечных пятен на радиосвязь. В 1908 году обнаружил, что ошибки показаний радиокompаса вызваны изменением фазы волны при отражении от строений, деревьев и т.п. Был держателем более 100 патентов [4].

- Немецкие инженеры М. Дикман и Г. Глаге предложили трубку с катодными лучами (катодную трубку) для воспроизведения факсимильного изображения [37, 48].
- Г. Маркони (Италия) определил диаграмму направленности инвертированной антенны *L*-типа, запитанной с одного конца, и обнаружил, что антенна обеспечивает явно выраженную направленность как при передаче, так и при приеме [37].
- Французский изобретатель Е. Ласт записал звук на фотопленку и воспроизвел его с пленки [37].

1906-1907

- Н.Н. Матусевич (Россия) использует радиосигналы для определения долготы [9].

1907

- Итальянские инженеры Э. Беллини и А. Този создали направленные передающую и приемную антенны, получившую их имя – антенна Беллини-Този (пеленгаторная антенна с гониометром) [37, 49].
- Г.В. Пикард (США) создал определитель направления, использующий вертикальную антенну [37, 49].
- С помощью триода были получены незатухающие электрические колебания – появилась возможность создания генераторов переменного тока высокой частоты [8].

- Присуждение первой Премии им. А.С. Попова В.Ф. Миткевичу (Россия). В 1901 году он предложил для преобразования переменного тока в постоянный схему выпрямителя, известную как однофазный двухполупериодный выпрямитель (двухполупериодный с двумя обмотками) и трехфазный однополупериодный выпрямитель (однополупериодный с нулевым выводом).
- Организация коммерческой трансатлантической линии радиотелеграфной связи между Клифденом в Ирландии и Глейс-Бэй в Новой Шотландии (Канада). За 15 центов за слово любой желающий мог послать телеграмму через Атлантический океан – Г. Маркони (Италия) [1, 5].
- 15 января американский инженер Ли де Форест (США) получил патент США на «Устройство для усиления слабых электрических токов» («Device for Amplifying Feeble Electric Currents»). Форест назвал свое изобретение «аудион», в дальнейшем оно известно как трехэлектродная вакуумная электронная лампа. Более чувствительный вариант прибора был запатентован 18 февраля 1908 г. Детектор на основе аудиона был намного более чувствителен, чем другие детекторы, но обладал низкой стабильностью, из-за чего не получал распространения примерно до 1913 года, когда, после изобретения Армстронгом (США) обратной связи, стал основным элементом радиоприемных схем. Форест так до конца и не разобрался в физических принципах работы аудиона (это сделал Армстронг) [1, 4, 5].
- Предложен принцип радиомаяка с использованием равносигнальной зоны для пеленгования – Г.П. Шеллер (Великобритания).
- Образование Межведомственной комиссии для разработки правил пользования радиотелеграфными станциями (Россия).
- Триодный приемник прямого усиления – Ли де Форест (США).
- Фессенден (Канада) впервые использовал в статье термин *модуляция* [37, 40].
- В. Поульсен (Дания) осуществил передачу музыки с помощью дугowego передатчика мощностью 1 кВт и антенны высотой 200 футов. Музыка была слышна на расстоянии 300 миль [37].
- Русский ученый Л.И. Мандельштам предложил идею и практическую схему получения пилообразного напряжения для отклонения электронного пучка электроннолучевой трубки.

- 25 июля Б.Л. Розинг (Россия) подал патентную заявку на «Способ электрической передачи изображений», основанный на применении фотоэлемента с внешним фотоэффектом в передающем устройстве и электроннолучевой трубки с модуляцией электронного пучка в приемном устройстве [70].
- Б.Л. Розинг (Россия) подал заявку на выдачу патента на телевизионную систему с оптико-механической разверткой изображения на экране усовершенствованной осциллографической электроннолучевой трубки Брауна в приемнике «Новый или улучшенный метод электрической передачи на расстояние изображений и аппаратура для такой передачи» (заявлен в декабре 1907 г., по заявке получен английский патент) [70].
- Р. фон Либен, австрийский изобретатель, запатентовал электронную лампу – «трубку Либена». Эта трубка – триод – имела катод, выполненный из платиновой ленты длиной 1 метр, закрепленной на стеклянной ножке. Сетка имела вид перфорированного алюминиевого диска, делившего лампу пополам. В верхней части лампы находился анод в форме толстой короткой спирали. В баллоне находились разреженные пары ртути. Трубка Либена широко использовалась в немецких и австрийских приемниках и передатчиках [4].
- Компания «Bell Telephone Laboratories» начала устанавливать первые автоматические телефонные станции (АТС) и разворачивать систему автоматической телефонной связи на территории США. Принцип автоматической телефонии, изобретенный Алмоном Строугером в 1891 году, используется во всем мире до настоящего времени – (США) [4].
- Французский инженер Э. Белин осуществил первую передачу фотоизображений между Парижем, Лионом и Бордо. Это событие настолько впечатлило французские власти, что они согласились принять систему для коммерческого использования. В дальнейшем система была принята в качестве основного средства передачи фотоизображений высокого качества для газет, полиции и др. во Франции и некоторых других европейских странах [4].
- А. Корн (Германия) передал фотографии из Мюнхена через Берлин и Париж в Лондон, осуществив таким образом первую международную передачу фотоизображения электрическим способом [4].

- А.А. Петровский, российский радио- и электротехник, Заслуженный деятель науки и техники РСФСР (1941), опубликовал первое русское теоретическое руководство по радиотехнике [4].
- В Германии компанией «Telefunken» разработан искровой передатчик с охлаждением для передачи музыки [4].
- Н.Д. Папалекси (Россия) начал опыты по радиопеленгации [9].

1907-1908

- Э. Александерсон, американский инженер шведского происхождения, работая в компании «Дженерал Электрик», участвовал в создании Фессенденом передатчиков незатухающих колебаний для радиотелефонии. С 1907 по 1918 г. создавал различные модификации машинных генераторов с частотами до 100 кГц и мощностью 2-200 кВт [4].
- О. Адамян получил патент в Германии (а в 1908 г. – в России и во Франции) на систему двухцветного ТВ с одновременной передачей цветных сигналов (красно-белое изображение передавалось по проводам на 600 км). В передающем аппарате одна газосветная трубка излучала белый свет, другая – красный. Чуть позже им был заявлен трехцветный прибор, который изобретатель назвал «эратес» (в переводе с армянского – «дальновидец») [14, 30, 70].

1908

- Радиотелефонная компания Ли де Фореста в Нью-Йорке начала регулярное вещание граммофонной музыки [5].
- Французский физик Ж. Риньо запатентовал метод развертки передаваемых изображений бегущим световым лучом [70].
- Б. Розинг (Россия) передал черно-белое изображение (силуэт), используя зеркальный барабан на передающем конце и катодно-лучевую трубку Брауна на приемном [29,70].
- Б. Розинг (Россия) получил английский патент на «Новый или улучшенный метод электрической передачи на расстояние изображений и аппаратуру для такой передачи» (заявлен в декабре 1907 года) [72].
- Э. Александерсон (Швеция) построил в США генераторы переменного тока мощностью 2 кВт с частотой 100 кГц и мощностью 200 кВт с частотой 22 кГц [37].

- Британский инженер А.А. Кемпбелл-Свинтон опубликовал основные идеи телевизионного вещания. Он предложил, а русский ученый Борис Розинг запатентовал в Англии идею использования электронно-лучевой трубки (трубки с катодными лучами) для приема телевизионной картинки. Розинг и независимо от него шотландец Кемпбелл-Свинтон предложили использовать электронно-лучевую трубку для передачи изображений, что впоследствии позволило отказаться от механической развертки и использования диска Нипкова. Свинтон объяснил, что изображение должно быть сфокусировано на мозаичном экране, состоящем из фотоэлектрических элементов; полученный сигнал следует запомнить, транслировать и воспроизвести на катодной трубке Брауна. На приемном конце следует сканировать изображение построчно. К сожалению, примитивная технология того времени не позволила воплотить в жизнь идею, ставшую явью лишь много позже, в 1923 году [37, 50].
- Завершилось строительство самых мощных в России радиостанций в Киеве и Жмеринке. Через некоторое время военное ведомство купило эти станции за 70 000 рублей [4].
- Ли де Форест (США) осуществил первую радиотрансляцию с Эйфелевой башни (Франция). Передача была слышна на расстоянии 500 миль [37].
- Фирма «General Electric» разработала альтернатор для систем связи с частотой 100 кГц и мощностью 2 кВт [193].

1909

- Г. Маркони (Италия) совместно с К.Ф. Брауном (Германия) получил Нобелевскую премию за работы, связанные с развитием беспроводной радиотелеграфии [5].
- Дж.О. Сквьер, генерал-майор корпуса связи США, доктор философии, изобрел «проводное радио» – метод посылки по телефонной линии нескольких радиogramм одновременно. В конце 1923 года генерал уволился из армии и в 1928 году основал компанию «Muzak», предоставлявшую услуги по вещанию музыкальных записей в частные дома в Кливленде. Передачи осуществлялись по трем каналам и стоили \$1,5 в месяц. Изобретение стало основой создания системы трехпрограммного проводного вещания, в том числе и в СССР [4].

- Р.А. Фессенден (Канада) сообщил об установлении успешной радиотелефонной связи между Брант Рок (Великобритания) и Вашингтоном на расстоянии 600 миль с использованием генератора переменного тока мощностью 2,5 кВт на частоте 70 кГц [37, 41].
- В.И. Коваленков (Россия) собрал электровакуумный диод для телефонной трансляции [12].
- А.К. и Л.С. Андерсон из Дании предложили идею цветного механического телевидения с селеновой мозаикой и дисперсными линзами [37].
- Б. Розинг получил в Германии патент на «Способ электрической передачи изображений» с приемом изображений при помощи электроннолучевой трубки (заявлен в ноябре 1907 г.) [5, 70].
- Ч. Хэролд (США) создал первую в мире радиостанцию, предназначенную в основном для экспериментов и для обучения беспроводных операторов. Он использовал пятнадцативаттный искровой передатчик и охлаждаемый водой микрофон. Станция впервые регулярно работала с объявленной программой и передавала новости и музыку [37].
- 16 октября российский радиотехник С.М. Айзенштейн основал и возглавил Общество беспроводных телеграфов и телефонов системы С.М. Айзенштейна (Устав Общества утвердил император Николай II). 27 января 1910 года произошло переименование Общества в Русское общество беспроводных телеграфов и телефонов (РОБиТ). В состав управления общества входил Маркони (20% акций). В 1911 году оформлен договор о сотрудничестве с английской компанией Г. Маркони. В 1916 году в Москве создаются мастерские РОБиТ по производству моторов для радиостанций (позднее Радиомашинный завод), который после многочисленных преобразований и переименований становится Государственным союзным заводом № 327 (см. далее 1941 год). Айзенштейн одним из первых среди российских исследователей проводил опыты по использованию незатухающих колебаний, получаемых с помощью дуговых ламп. С 1922 года он жил в Англии, имел более 20 патентов [4, 12].

1910

- Дж. Мак Кёди (Канада) из фирмы Glen Curtiss осуществил радиопередачу с борта самолета на землю, став пионером связи воздух-земля [5].

- Концерт итальянского тенора Э. Карузо транслировался по радио из нью-йоркского «Metropolitan Opera House» (США). В то время только некоторые приемники имели возможность принимать голосовые передачи: на кораблях в Нью-йоркской гавани, в некоторых крупных гостиницах на «Times Square» и в радиолaborатории Фореста [4].
- Б. Розинг (Россия) продемонстрировал изобретенную им телевизионную систему – механическая развертка при передаче, катодная трубка Брауна в приемнике [5].

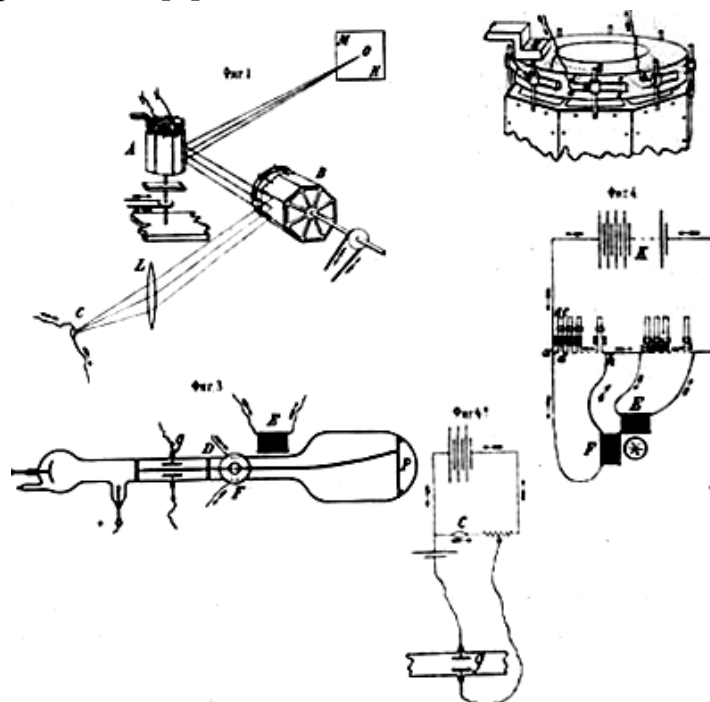


Схема «привилегии» Б.Розинга

- Русский физик Д.А. Рожанский разработал электронно-лучевую трубку, предназначенную для исследования высокочастотных колебаний, с фокусировкой пучка короткой магнитной катушкой [12, 70].
- Шведский инженер А. Экстрем получил патент на метод развертки передаваемых изображений бегущим световым лучом [5, 70].
- В Севастополе С. Айзенштейном (Россия) была построена мощная дуговая радиостанция вместо искровой станции «Сигнальная мачта», которая работала там с 1904 года [4].
- Пароход «Теннеси» получил сообщение с прогнозом погоды из Калифорнии на расстоянии 7,5 тыс. км, а в 1911 году была достигнута связь на расстоянии 10 тыс. км. Наличие радиосвязи на гибнущем «Титанике» позволило спасти более 700 человек.

- В России на заводе РОБТиТ начали выпускаться «Полевые радиостанции образца 1910 года РОБТиТ». Некоторые технические характеристики радиостанции: дальность действия до 270 км; диапазон волн передатчика – 400...2300 м, приемника – 320...2500 м; антенна зонтичного типа двухскатная, 12 лучей и 12 противовесов; высота антенной телекопической мачты – 25 м; время разворачивания – 30 мин [4].
- Р. фон Либен (Австрия), которого немцы считают изобретателем электронной лампы, разработал усилитель на изобретенной им «трубке Либена» [4].
- В Японии основана компания «Hitachi» – электротехническая компания по производству промышленного и бытового радиооборудования [4].
- В Европе имел телефон один из 150 жителей; в Америке – один из 11 [4].
- Л.М. Эрикссон и его жена Хильда в Швеции регулярно использовали «мобильный» телефон, совершая поездки по сельской местности на «безлошадной карете» (автомобиле). Для присоединения к телефонной линии использовались две длинные палки, к которым были прикреплены провода. Провода поочередно подвешивались к воздушным линиям, пока не находилась свободная пара, после чего Магнус крутил динамо телефона, посылая сигнал оператору ближайшей станции [4].
- Сигнальная корпорация французской армии (French Army Signal Corps) установила радиостанцию на Эйфелевой Башне в Париже. Рабочие частоты 30, 111 и 120 кГц, мощность передатчика 60 кВт, дальность связи до 4000 км [4].
- Началось применение радио для передачи сигналов точного времени с радиостанции Эйфелевой башни (Франция) [2].
- В. Феррис (США) передал телеграмму с борта самолета [37, 41].

1910-1913

- В.И. Коваленков (Россия) последовательно разработал трехэлектродную лампу, двухсеточную лампу и образец генераторной лампы. Все эти приборы требовали непрерывной откачки воздуха [1, 4, 12].
- В 1910-1913 гг. радиотелеграфным депо Российского морского ведомства (Кронштадт) были изготовлены серийные искровые передатчики РСТ-ВН мощностью до 2000 Вт. В радиостанциях использовались детекторные приемники. Перед самой революцией на русских кораблях было более 220 радиостанций [16,17].

1911

- Г. Пикард (США) получил патент на детектор «catwhisker» – «кошачий ус» (см. 1906 г.) [5].
- Бэкер в Великобритании разработал портативный радиопередатчик весом около 7 кг и поместил его на самолёте. Дальность связи составила 1,5 км [6, 9].
- Бригада кавалерии британской армии провела полевые испытания беспроводной связи. Комплект оборудования в одном пункте, включая двигатель, генератор и складную 50-футовую (15 м) антенну, весил две тонны и приводился в рабочее состояние за 20 минут. Он позволял связываться на расстоянии до 50 миль (92 км) [4].
- А.Э. Блондель (Франция) продемонстрировал управление самолетом с помощью радиотелеграфии [37, 40].
- Фон Либен и О. Риц (Германия) оздали первый каскадный усилитель [37, 41].
- А.А. Кемпбелл-Свинтон (Великобритания) запатентовал метод электронного сканирования при передаче и применение катодной трубки при приеме изображения [37].
- А.А. Кемпбелл-Свинтон (Великобритания) предложил схему полностью электронной телевизионной системы [5, 12].
- 9 (22) мая Б.Л. Розинг (Россия) впервые в истории телевидения продемонстрировал передачу изображения на расстояние в своей системе с модуляцией скорости движения электронного пучка в приемной электроннолучевой трубке [2, 5, 12].
- Американский физик Дж.М. Миллер предложил эквивалентную схему вакуумного триода [37, 48].
- Британский физик В. Иклз сообщил о генераторе на полупроводниковом кристалле, предшественнике генераторов на вакуумных лампах [37, 51].
- Американский писатель Х. Гермсбэк выдвинул идею импульсного радара. Он описал, как «актиноскоп» принял импульсную поляризованную волну, отраженную объектом [37, 52].
- Американский физик Ч.Д. Кулидж предложил применить в качестве покрытия вольфрамовой нити накала окись тория и получил оксидный катод, который произвел переворот в ламповой промышленности.
- Основание Российского института мощного радиостроения (Россия).

- Разработка методики расчета электромагнитной совместимости средств электросвязи – А.А. Петровский (Россия).
- Х. Камерлинг-Оннес (Нидерланды) впервые наблюдал резкое падение электрического сопротивления ртути при температуре ниже 4,1 К. Это явление получило название сверхпроводимости. В 1913 году он обнаружил разрушение сверхпроводимости сильными магнитными полями и токами.
- Экспериментально доказана дискретность электрического заряда и впервые измерена величина заряда электрона – Р.Э. Милликен (США).
- Х. Оннес из Лейденского университета (Нидерланды) открыл явление сверхпроводимости – при температуре на 4,3 К выше абсолютного нуля сопротивление проводника, плавно уменьшавшееся по мере снижения температуры, скачком становится равным нулю [188].

1911-1912

- Под руководством Н.Д. Папалекси была разработана первая приемопередающая станция для связи самолетов с землей (Россия) [11].
- Запатентована концепция гетеродинного приема (США). Сначала Р. Фессенден (Канада) предложил метод смешивания двух частот с целью получения их суммы и разности. Он назвал это гетеродином (heterodyne), объединив два греческих слова hetro (что значит разность) и dyne или dynamics (сила). Принцип гетеродина был запатентован Патентным бюро США 12 августа 1902 года под номером 706 740 (заявка от 28 сентября 1901 года). Однако время осознания и применения нового метода еще не пришло. Потребовалось изобретение вакуумной лампы (аудиона Ли де Фореста) и принципа супергетеродинного приема, предложенного Э. Армстронгом (США) в 1912 году, чтобы новый метод вышел на прямую дорогу и оставался на ней до сих пор. В 1918 году он стал стандартом радиоприема [5].

1912

- Дж. Хаммонд младший (США) создал оборудование для управления судами с помощью радиоволн на расстоянии до трех миль. Позже многие из патентов Дж. Хаммонда были проданы военному ведомству США для создания оборудования радиоуправления оружием [5].
- Японские исследователи У. Ториката, Е. Йокояма и М. Китакура изобрели радиотелефонный передатчик с генератором незатухающих колебаний на кристаллическом диоде [1, 8].

- Ли де Форест и Ирвинг Лангмюр в США, Р. фон Либен и О. фон Бронк в Германии пришли к выводу, что помимо детектирования триод можно использовать и для генерации колебаний, что вскоре и было сделано [37].
- Изобретение тетрода. Итальянский физик К. Маджорана усовершенствовал генератор Поулсена, добавив вторую сетку, но использовал лампу как детектор. Четыре других варианта тетродов изобрел И. Лангмюр в США в 1913 году [37, 41, 45, 48].
- Основание Института радиоинженеров (IRE), ставшего в 1963 году Институтом инженеров по электротехнике и электронике (IEEE), научно-техническим обществом мирового масштаба (США).
- С.М. Айзенштейн, российский радиотехник, начал работы по созданию первых отечественных радиоламп и радиоаппаратуры (1914–1917). Начал издавать первый русский радиотехнический журнал «Вестник телеграфии без проводов» под своей редакцией. Журнал выходил в 1912-1914 гг. [4].
- Ч.Д. Хэролд (США), названный «пионером радиовещания», с 1912 по 1917 г. в городе Сан-Хосе (Калифорния) с помощью любительского передатчика вел регулярные передачи музыки и речи, предназначенные для небольшой аудитории энтузиастов радио. Это было почти за 10 лет до начала официального радиовещания. В 1917 году, в соответствии с правительственным постановлением, все любительские радиостанции были закрыты из-за вступления США в Первую Мировую войну.
- Сооружение системы береговых радиостанций для обеспечения безопасности мореплавания (Россия). В 1912–1913 гг. на суда резерва и вспомогательного флота России поступили десятки «звучащих» радиостанций мощностью 0,5 кВт с длиной волны 80-160 м для внутриэскадренной связи. Завод РОБТиТ стал выпускать также специальные радиоприемники типа ПЛ для подводных лодок [4, 12].
- Осуществлена ТВ передача одновременно по трем каналам: по первому передавался сигнал изображения, по второму – сигнал звука, по третьему – сигнал синхронизации [37].
- Э.Г. Армстронг, американский изобретатель и инженер-электрик, в 1912 году, будучи студентом колледжа, изобрел регенеративный приемник (приемник с обратной связью). Цепь обратной связи «сжимала» радиосигналы, усиливая более слабые и ослабляя более сильные, за

счет чего достигался сбалансированный прием. Ламповый регенеративный приемник обладал повышенной чувствительностью и избирательностью и был намного эффективней «кристаллических наборов». Армстронг подробно описал (статья в «Electrical World», декабрь 1914 года) принцип работы аудиона Ли де Фореста, предложил обратную связь для получения незатухающих колебаний в передатчике (регенерация) и запатентовал схему в 1913 году, а в 1914 году продал лицензию компании Маркони. Изобретение Армстронга оспаривалось Ли де Форестом в США, Г. Раундом в Великобритании и австрийским ученым А. Мейсснером. В 1915 году Ли де Форест начал самый долгий судебный процесс в истории радио, когда предъявил иск Армстронгу по спорному патенту. Он проиграл процессы в 1921 и 1923 годах, когда на слушаниях в суде не смог объяснить, как и почему его электронная лампа «аудион» генерировала колебания. Армстронг же дал подробное и ясное объяснение регенерации. В 1930 году по ошибке судьи были неправильно истолкованы термины «oscillation» (колебание) и «regeneration» (регенерация), и Ли де Форест, наконец, выиграл 13-ый судебный процесс. Научное сообщество так никогда и не согласилось с решением суда [1, 4].

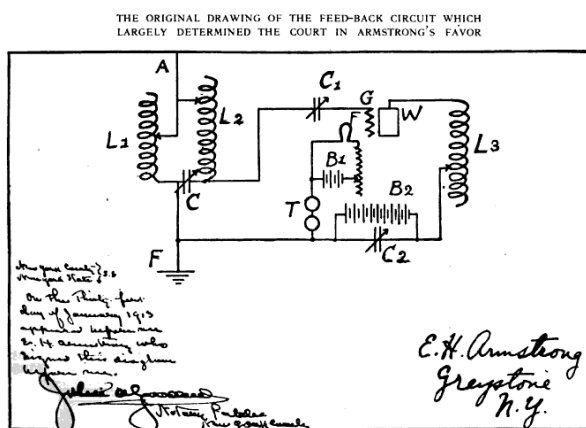
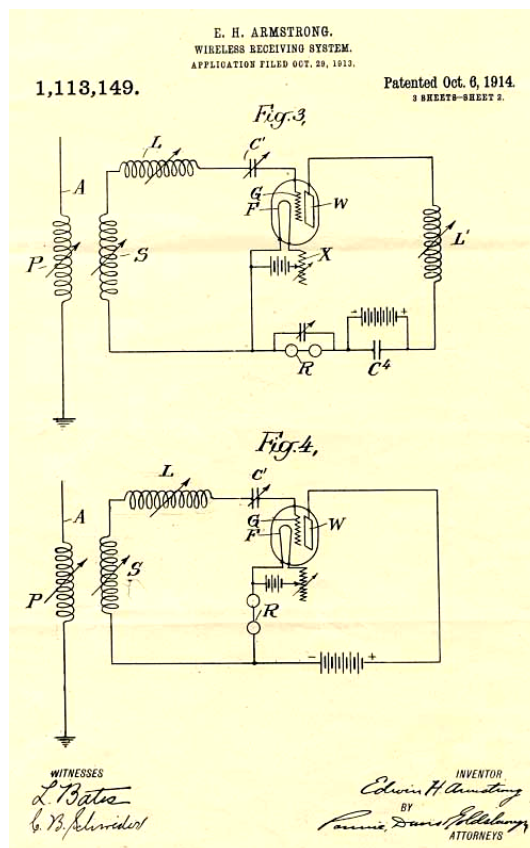


Рисунок схемы с обратной связью
Э. Армстронга по публикации в «Radio
Broadcast». 1922. Vol. 1, № 1

Рисунки из патента Э. Армстронга
1913 года № 1 113 149, посвященного идее
обратной связи, или регенерации



- Британский физик В. Иклз высказал предположение о влиянии ионизации верхнего слоя атмосферы солнечным излучением на уровень сигнала [37, 40].
- Американский ученый Л. Остин описал метод измерения эквивалентного сопротивления антенны при использовании зуммера для ее возбуждения [37].
- Дж. Кемпбелл (США) создал сначала волноводный, а затем индуктивно-емкостный фильтр. В 1934 году американский инженер У. Мейсон ввел в фильтр кварцевый резонатор [37].
- В.П. Вологдин, российский ученый в области высокочастотной техники, член-корреспондент АН СССР (1939), Заслуженный деятель науки и техники РСФСР (1942), в 1912 году построил первую российскую машину высокой частоты – высокочастотный генератор мощностью 2 кВт со скоростью вращения якоря 2000 об/мин. Создал мощные машинные генераторы, которые позволили осуществить длинноволновую радиотелеграфную связь между Москвой и Нью-Йорком (1925). Один из основателей Нижегородской радиолaborатории, где были созданы мощные машинные ВЧ генераторы его системы. Сконструировал первые в мире высоковольтные ртутные выпрямители с жидким катодом в стеклянном исполнении (1919), мощные выпрямители в металлическом исполнении (1930), разработал теорию их работы и предложил схемы включения. Награжден первой Золотой медалью им. А.С. Попова (1948), Государственной премией СССР (1943, 1952) [4].
- Американский химик И. Лангмюр, работая с 1909 года в компании «Дженерал Электрик», исследовал характер электрических разрядов в глубоком вакууме, электронную эмиссию в глубоком вакууме, атомарные и молекулярные механизмы в адсорбированных пленках, поведение накаливаемых нитей в вакууме и газах. Работы ученого позднее привели ко многим важным техническим разработкам и технологическим усовершенствованиям. Изобрел метод эффективной вакуумной откачки (1912), газонаполненную лампу накаливания (1913), открыл атомарный водород. Изобретенный Лэнгмюром метод вакуумной откачки был в 1000 раз эффективней существующих. Открытие способствовало развитию ламповой техники. Владел 63 патентами. Нобелевская премия в области химии (1932) [4, 5].
- В Лондоне установлена первая АТС на 480 номеров [4].

- В США принят «Радио Акт» для упорядочивания использования радиочастот в ответ на участвовавшие случаи создания помех правительственным службам любительскими передатчиками [4].
- Последовательность букв кода Морзе «SOS» (...---...) принята как универсальный международный сигнал бедствия для судов [4].
- Два оператора на «Титанике», пославшие по радио сигнал бедствия, помогли спасти 712 пассажиров. Сами они не спаслись [37, 53].

1913-1914

- Организация заградительных помех для радиосвязи (Россия).

1913

- Январь – начало издания журнала «Proceedings of the IRE» («Труды Института радиоинженеров США»), с 1963 года – «Proceedings of the IEEE» («Труды института по электротехнике и электронике») (США) [155].
- С Эйфелевой башни началась передача сигналов точного времени для судов [37, 49].
- Р. Фессенден (Канада) запатентовал использование вакуумного триода как генератора колебаний. То же сделал Э. Армстронг (США) [5, 37, 49].
- А. Мейсснер, австрийский изобретатель, впервые применил обратную связь в усилителях на ламповых триодах. 10 апреля он подал заявку на изобретение в Германское патентное ведомство. В схеме Мейсснера лампа Либена (см. 1910 год) развивала мощность до 12 Вт на волне 600 м, а самая короткая волна равнялась 10 м. Триод был весьма недолговечен и выдерживал лишь несколько часов работы [1, 6, 8, 11].
- Б.Л. Розинг (Россия) применил в приемном телевизионном устройстве вакуумную электронно-лучевую трубку с накаливаемым катодом и магнитной фокусировкой электронного пучка [2, 5, 12].
- В.К. Аркадьев (Россия) обнаружил избирательное поглощение радиоволн ферромагнетиками (ферромагнитный резонанс) [172].
- Эгли создал первую полностью автоматизированную машину, способную выполнять операцию деления по принципу, предложенному А. Рехницером в 1902 году. Машина получила название MADAS (от **M**ultiplication (умножение), **A**utomatic **D**ivision (автоматизированное деление), **A**ddition (сложение) и **S**ubtraction (вычитание)).

1914

- В августе–сентябре в лаборатории РОБТиТ была изготовлена первая в России усилительная трехэлектродная лампа по проекту Н.Д. Папалекси, получившая в дальнейшем название «лампа Папалекси». Лампа имела оксидный катод прямого накала, а для обезгаживания электродов применялся прогрев от дугового генератора токами высокой частоты. Впрочем, лампа Папалекси была еще чисто ионным прибором [4, 11, 12].
- Н.Д. Папалекси и М.В. Шулейкиным (Россия) были проведены работы по радиотелефонии с помощью высокочастотной машины Володина, что позволило достичь дальности связи 25 км. Качество передачи речи было далеким от совершенства. Осуществление качественной передачи речи оказалось возможным лишь к началу двадцатых годов после создания высокочастотных генераторов незатухающих колебаний на электронных лампах [6].
- На основе разработок С.М. Айзенштейна (Россия) почти за 3 месяца общество РОБТиТ построило передающие искровые радиостанции: Ходынскую в Москве и Царскосельскую под Петербургом мощностью по 300 кВт, а также приемную радиостанцию в Твери. Радиостанции использовались для связи со столицами стран Антанты [4].
- К началу Первой Мировой войны почти все военные суда ведущих держав были оборудованы радиоустановками. Армейская радиосвязь с началом войны также стала развиваться быстрее, хотя традиционно отставала от флотской [6].
- В России на заводе РОБТиТ впервые в стране созданы ламповые усилители и гетеродины для приема незатухающих колебаний методом биений [4].
- В России для связи с французским и английским командованиями в Москве (на Ходынке) и Петрограде (Царское село) были построены стокиловаттные искровые радиостанции. В дальнейшем мощные станции были построены Военным ведомством также в Николаеве,

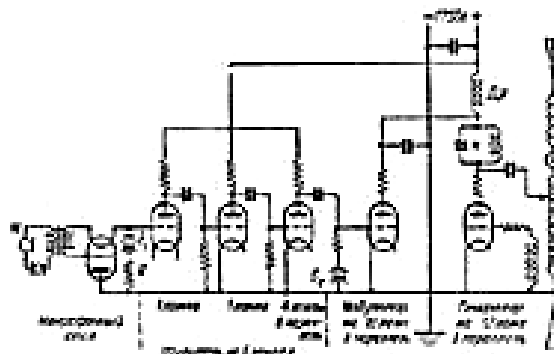


Схема передатчика Московской центральной радиотелефонной станции

Ташкенте, Чите и Кушке. В системе Почтово-телеграфного ведомства радиосвязь внедрялась гораздо медленнее, было построено лишь несколько искровых радиостанций мощностью порядка 15 кВт. В целом Россия к началу 20-х годов существенно отставала от других государств по внедрению радиосвязи [4, 6].

- Построен первый отечественный радиопеленгатор – И.И. Ренгартен (Россия) [15].
- Г. Маркони (Италия) создал «кристалло-сбалансированный» приемник (тип 16). «Два кристаллических детектора подключены таким образом, чтобы один принимал сигналы кода Морзе, а другой ослаблял (отфильтровывал) атмосферные помехи». Это позволяло морским судам принимать сообщения даже во время грозы. Новшество имело большое значение во время Первой Мировой войны [4].
- Дж.Х. Хаммонд младший, американский изобретатель, разработал систему дистанционного управления по радио. Благодаря оборудованию, установленному на экспериментальной яхте, провел ее, управляя по радио, по маршруту длиной 190 км между Глостером (штат Массачусетс) и Бостоном [4].
- Э. Клейншмидт, немецко-американский изобретатель, представил телетайпный аппарат, не требующий оператора. Телетайп использовал телеграфный сигнал для управления печатающим устройством, которое выводило алфавитно-цифровые символы автоматически (Германия, США) [4].
- В. Шоттки, немецкий ученый, проводил исследования в Берлинском университете под руководством Макса Планка. Исследования Шоттки в области физики твердого тела и электроники привели к изобретению множества устройств, носящих в настоящее время его имя. В 1914 году обнаружил рост тока электронной эмиссии с поверхности анода электронных ламп под действием электрического поля («эффект Шоттки»).
- К. Ингланд (США) записал выражения для амплитудно-модулированного колебания и его спектра (несущая и боковые частоты) [37, 41].
- Д.А. Флеминг (Великобритания) обнаружил атмосферную рефракцию и ее влияние на распространение электромагнитных волн над поверхностью Земли [37, 55].
- Т. Эдисон (США) изобрел щелочную батарею [37, 44].

1915

- Американский ученый Дж. Карсон изобрел метод балансной модуляции, создав тем самым технические предпосылки для использования однополосной передачи [1, 8].
- Впервые речь с помощью радио передана через Атлантику. Представитель компании «АТ&Т» Вебб (В. Webb) из Арлингтона (штат Вирджиния) провел сеанс связи с лейтенантом французского правительства Феррисом. Во Франции радиостанция была установлена на Эйфелевой башне [4].
- Американский инженер Э. Армстронг принял в США сигнал из Англии, используя одноламповый приемник с настроенными контурами в цепях сетки и анода [37, 49].
- 25 января состоялось открытие прямой проводной телефонной линии между Нью-Йорком и Сан-Франциско – первой линии от побережья до побережья США и самой длинной телефонной линии в мире. На эту 2-х проводную линию ушло 2 500 тонн медного провода и 130 000 столбов. Для усиления сигнала использовались три ретранслятора на вакуумных лампах Ли де Фореста. При открытии линии в Нью-Йорке 68-летний А. Белл повторил свое известное первое телефонное сообщение помощнику Уотсону, который находился в Сан-Франциско: «Watson, come here, I want you» («Уотсон, идите сюда, я хочу вас видеть»). На что Уотсон ответил: «If you want me, it will take me almost a week to get there» («Если я вам нужен, то мне потребуется почти неделя, чтобы добраться»). К большому оскорблению Ли де Фореста, он не был приглашен на церемонию [4, 5].
- Организована прямая беспроводная телеграфная связь между Японией и США [4, 5].
- Российский ученый В.И. Коваленков создал первый в России электронный телефонный усилитель на лампах, который был практически применен в 1922 году на линии связи Москва (Кремль) – Петроград (Смольный) [4].
- В России М.А. Бонч-Бруевич (см. 1919 г.) изготовил несколько радиоламп для замены французских на приемной радиостанции в Твери. После удачных опытов организовал производство первых отечественных вакуумных приемных радиоламп [4, 12].

- Российский ученый В.П. Вологдин разработал машинный генератор для бортовой радиостанции самого большого самолета того времени «Илья Муромец» [4].
- В. Шоттки (Германия) (см. 1914 г.) изобрел электронную лампу с четырьмя электродами: термоэлектронный катод, 2 сетки (управляющая и экранирующая) и анод. Использовалась в качестве приемно-усилительной и генераторной лампы на частотах до сотен мегагерц [4, 5, 37].
- Компания Western Electric (США) разработала двухтактный усилитель мощности звуковых частот [37, 49].
- Американский инженер из компании Western Electric Р. Хейзинг запатентовал использование вакуумного диода для измерения напряжения [37].
- Дж. Карсон (США) разработал математическую теорию различных форм амплитудной модуляции, включая однополосную и модуляцию с подавлением несущей частоты [37].
- Предложения по использованию германиевого кристалла для преобразования переменного тока в постоянный – М. Бенедикс (США) [1, 4, 5].
- Р. Келлог (США) изобрел электрический громкоговоритель (с подвижной катушкой) [5].

1916

- В России на заводах РОБТиТ было налажено производство радиоприемников, усилителей и передатчиков на электронных лампах, а также радиопеленгаторов для нужд армии [4, 12].
- С.М. Айзенштейн (Россия) использовал дуговой передатчик (мощность 300 кВт, частота 25 кГц) с петлевой антенной для связи с подводной лодкой, находящейся на глубине 20 футов [37, 41].
- Ф. Адкок (США) использовал для определения направления вертикальную антенну в самолетах и в 1919 году получил Британский патент [37].
- 20 декабря Э. Венте (США), инженер компании «Bell Labs», запатентовал конденсаторный микрофон. В нем звук воздействует на тонкую металлическую мембрану, изменяя расстояние между мембраной и металлическим корпусом. Тем самым образуемый мембраной и корпусом конденсатор меняет емкость. Если подвести к пластинам постоянное напряжение, изменение емкости вызовет ток через конденсатор, тем самым образуя электрический сигнал во внешней цепи [4].

- М.В. Шулейкин, российский ученый, академик АН СССР (1939), указал на наличие боковых полос в амплитудно-модулированных радиочастотных колебаниях. В 1918-1921 гг. руководил радиолaborаторией военно-инженерного управления, с 1919 г. – профессор МВТУ, где создал радиотехническое отделение. Председатель общества радиоинженеров (1919-1929 гг.). С 1938 г. – руководитель комиссии радиосвязи АН СССР. Автор трудов в области распространения радиоволн. Исследовал влияние верхней атмосферы на прохождение радиоволн, вывел формулы радиопередачи вдоль земной поверхности. Развил теорию и методику расчета длинноволновых антенн [4].
- Русский эмигрант Д. Сарнов (США) из «The Marconi Company» предложил идею «radio music boxes» – музыкальных ящичков для домашнего применения, ставших впоследствии радиоточками. Но его идея на первых порах была проигнорирована [5].
- Все британские корабли водоизмещением больше 3000 тонн обязательно оснащаются беспроводным телеграфом.
- Американский ученый Ч. Логвуд промодулировал сигнал генератора, подав звуковой сигнал на сетку лампы [37, 41].
- Дж. Роджер использовал электромагнитные волны для подповерхностной связи [37, 41].
- В. Шоттки (Германия) закончил работы по усовершенствованию лампового тетрода (запатентовал его в 1919 году). То же сделали независимо друг от друга американский физик А. Халл и англичанин Г. Ронд в 1926 году [37, 56].
- Французские физики Л. Бриллон и Д. Биво запатентовали усилительный каскад с RC связью – реостатный каскад [37, 49].
- Э. Александерсон и С. Никсдорф (США) создали магнитный усилитель для радиотелеграфии, в котором в качестве модулятора был использован альтернатор Александерсона (генератор переменного тока) [37].
- Е. Шаффи (США) теоретически и экспериментально исследовал амплитуды и фазы токов в связанных цепях [37].

1917

- Дж.Э. Кемпбелл, американский инженер из компании «Western Electric», после почти десяти лет исследований запатентовал «электроволновый фильтр» – устройство, позволявшее передавать несколько разговоров по одной телефонной линии [4].

- Л. Клемент и его коллега из фирмы «Western Electric» инженер Р. Хейзинг (США) создали самолетный «беспроводный телефон» и стали первыми людьми, разговаривавшими 18 августа из самолета с землей и с пассажирами другого самолета [14].
- Эльвелл спроектировал и построил в Риме деревянную башню для антенны высотой 714 футов – на то время самую высокую в мире деревянную структуру [37].
- Р. Круз с помощью лампового триода создал генератор непрерывных колебаний с частотой 750 МГц – самой высокой вплоть до 1932 года [37, 41].
- Выполнен анализ каскада с RC связью и получено выражение для выходного напряжения [37, 49].
- Э.Г. Армстронг в США разработал принцип супергетеродинного приема. Это позволило значительно улучшить чувствительность и селективность приемников в широком диапазоне частот. Через несколько лет супергетеродин вытеснил почти все типы приемников и до настоящего времени остается основным принципом построения радиоприемных устройств. В большинстве исторических публикаций автором супергетеродина признается Э. Армстронг, но принцип приема с изменением входной частоты разрабатывался многими учеными. Так, Р. Фессенден (Канада) еще в 1901 году предложил принцип смешивания частот, но ему не удалось реализовать этот принцип из-за отсутствия генераторов для гетеродина. Австриец А. Мейсснер разработал аналогичный принцип в 1914 году. Француз Л. Леви получил патенты на приемник, аналогичный супергетеродину, 4 июля 1917 г. и 1 октября 1918 г. Работы в этом направлении вел и немецкий ученый В. Шоттки [4, 5, 8, 37].
- Ч. Франклин (США) спроектировал и построил из проводов отражающие зеркала для радиоволн длиной 315 м и наладил с их использованием и генератором на 300 Вт связь между Лондоном и Бирмингемом [37, 49].
- Продемонстрировано радиоуправление торпедой с борта самолета, находящегося на высоте 5000 футов [37, 49].
- Дж. Хаммонд (США) предложил один из первых вариантов схемы автоматической регулировки усиления – вход детектирующего триода шунтируется другим триодом, смещение на него подается от детекто-

ра, сопротивление которого уменьшается при увеличении амплитуды сигнала [37, 49].

- Мокрофт создал искусственную длинную линию, используя индуктивности и емкости [37].

1918

- Основание Русского общества радиоинженеров (РСФСР).
- Основание в Петрограде Физико-технического института (РСФСР).
- После образования Красной Армии стали формироваться самостоятельные органы по руководству связью, а также исследовательские организации в области военной связи. В апреле 1918 года была образована Военная радиотехническая лаборатория (ВРТА). Одним из первых ее руководителей был выдающийся радиотехник, профессор М.В. Шулейкин (РСФСР) [16, 17].
- М.А. Бонч-Бруевич (РСФСР) разработал первые российские вакуумные приемные радиолампы с алюминиевым анодом. Выпускались Нижегородской радиолaborаторией под маркой ПР1 («пустотные реле») [4].
- Разработан метод кварцевой стабилизации частоты – У. Кеди (США).
- Ирвинг Лангмюр (США) запатентовал усилитель с обратной связью [37, 57].
- Е. Шогнесси разработал определитель направления (радар), который стал ключевым оружием Англии в Первой мировой войне – 30-ти футовые антенны Беллини-Този (см. 1907 г.), установленные вдоль побережья, обнаруживали радиоизлучения кораблей и самолетов [37].
- В. Шоттки (Германия) привлек внимание к флуктуациям тока в нагретом проводнике (тепловому шуму). Дж. Джонсон и Г. Найквист (США) независимо друг от друга осуществили их экспериментальную проверку [37].
- Американский физик Дж.М. Миллер разработал динамический метод определения характеристик лампового триода [37].
- Американский инженер Л. Хезелтайн изобрел нейтродинную схему для усилителей радиочастоты с нейтрализацией [37, 49].
- В августе создана Нижегородская радиолaborатория (НРЛ) – первый российский научно-исследовательский центр в области радиотехники. Первым управляющим НРЛ был В.М. Лещинский, ведущими учены-

ми и организаторами – М.А. Бонч-Бруевич, В.К. Лебединский, П.А. Остряков, В.В. Татаринов, В.П. Вологдин, А.Ф. Шорин. В марте 1919 г. НРЛ начала производство приемно-усилительных радиоламп. Осенью 1920 г. специалисты НРЛ установили на Ходынской радиостанции в Москве радиотелефонный передатчик мощностью 5 кВт, а в 1922 г. – 12 кВт (позднее – Центральная радиостанция им. Коминтерна). В НРЛ были созданы генераторные лампы мощностью до 300 Вт (1923), а также радиолампы с водяным охлаждением анода мощностью 25 кВт (1923) и 100 кВт (1925-1926). В 1926 г. был построен 40 кВт передатчик московской радиостанции «Новый Коминтерн». Для областного радиовещания НРЛ создала дешевый универсальный передатчик мощностью 1,2 кВт. К 1928 году такие передатчики были установлены в 25 городах СССР. В 1924-1927 гг. НРЛ была осуществлена (с применением направленного излучения) межконтинентальная связь с Америкой на коротких волнах, а также налажена круглосуточная связь на линии Москва – Ташкент. В 1928 г. НРЛ вошла в состав ленинградской Центральной радиолаборатории Треста заводов слабого тока (РСФСР) [4, 9].

- Х. Арнольд и Ч. Кеттеринг разработали основные принципы беспилотного управления самолетом, которые были воплощены в жизнь военно-морским ведомством США [37, 58].
- Венгерский инженер Д. Михай (Михали) разработал аппарат «телегор» для передачи изображений на расстояние и осуществил с его помощью передачу простых силуэтных изображений [12, 70].
- Установлена радиотелеграфная связь между Великобританией и Австралией на расстоянии 17 700 км [37, 45].
- Начало радиовещания с Эйфелевой башни (Франция) [37, 56].
- Радиотехнология начала использоваться для обнаружения подводных лодок – US Signal Corps (Франция) [4, 5].
- 5 700 кораблей во всем мире оборудованы беспроводным телеграфом [5].

1919

- Американец Нихолсон предложил кристаллический микрофон, использующий пьезоэлектрический (эффект возникновения электрических зарядов при деформировании кристалла (прямой эффект) и де-

формирование кристалла при изменении приложенного напряжения (обратный эффект)). Микрофон оказался экономически выгодным, обеспечивая хорошее качество [5].

- Ли де Форест совместно с Т. Кейсом и Е. Спонаблом запатентовали систему записи звука на киноплёнку (США).
- М.А. Бонч-Бруевич (РСФСР) создал первую в мире мощную радиолампу с медным анодом, выведенным наружу для охлаждения [12].
- В США и некоторых других странах началось массовое производство супергетеродинных приемников. Со следующего десятилетия и до наших дней супергетеродин стал основной схемой радиоприемных устройств [4].
- 17 октября в США была создана корпорация RCA для контроля и использования 2000 патентов компаний «General Electric», «AT&T», «Westinghouse Electric and Manufacturing Company» и «United Fruit». Корпорация должна была составить конкуренцию американской компании Маркони и обслуживать американский флот. Создание RCA позволило ослабить иностранное влияние над американским рынком британских, немецких и французских компаний. Генеральным директором RCA был назначен Дэвид Сарнов. Он начал свою деятельность с активного продвижения идеи массового радиоприемника – «радио музыкальной шкатулки» («radio music box») (см. 1916 год) [4].
- В Поулсен построил в Великобритании дуговой генератор мощностью 500 кВт [37].
- Британцы В. Иклз и Ф. Джордан изобрели бинарную схему, способную иметь одно или два устойчивых состояния – флип-флоп схему. 5 августа 1920 года У. Иклзом и Ф. Джорданом была опубликована практическая схема триггера, описанная ими в патенте Великобритании, заявленном 21 июня 1918 г. и в статье «Переключающее реле, использующее трехэлектродные вакуумные лампы» от 19 сентября 1919 года [37, 44, 200].
- Обнаружен эффект появления перекрестной модуляции в ионосфере [37, 41].
- Британский физик Р. Ватсон-Ватт запатентовал устройство для определения местоположения объекта с помощью коротких радиоволн – предшественник коротковолнового радиолокатора [37, 44, 59].

- Создание Высшей военной электротехнической школы комсостава РККА (Рабоче-Крестьянской Красной Армии), впоследствии трансформировавшейся в Военную академию связи (РСФСР).
- Х. Кох (Нидерланды) получил патент на секретную пишущую машину (*Geheimschrijfmachine*) – дисковую шифровальную машину, но построил такую машину в 1923 году А. Шербиус и назвал ее *Enigma* [37, 45, 200].

1920

- 17 марта вышло постановление Совета Труда и Оборона о постройке Центральной радиотелефонной станции в Москве с радиусом действия 2 000 верст (РСФСР) [12].
- Дж. Миллер (США) опубликовал информацию о зависимости входного импеданса от нагрузки триода (эффект Миллера) [37, 57].
- С. Принс установил на борту самолета ламповый передатчик для беспроводной телеграфии [37].
- Мокрофт (Morecroft) наблюдал и фотографировал импульсы, возбужденные в RLC цепи [37].
- 16 марта Э. Венте (США), инженер компании «Bell Labs», представил действующий образец конденсаторного микрофона (патент 20 декабря 1916). В устройстве использовался конденсатор из двух пластин, одна из которых была подвижной диафрагмой (сталь толщиной 0,05 мм) и располагалась на расстоянии 0,025 мм от статической пластины. При колебаниях диафрагмы изменялась емкость между пластинами, которую можно было преобразовывать в электрическое напряжение. Малый зазор между пластинами и уплотнительная прокладка обеспечивали полную внутреннюю изоляцию от внешнего воздуха. В дальнейшем Венте сделал множество усовершенствований изобретения. В 1923 году был изготовлен конденсаторный микрофон, имевший чувствительность в 100 раз более высокую, чем первая модель. Кроме того, в новом микрофонном усилителе был в значительной степени снижен уровень шумов. Улучшенное устройство было продано в 1926 году компании «Western Electric» под названием «микрофон для производства звуковых кинофильмов 394-W» [4].
- Г. Брейт (США) описал закон квадратичного детектирования АМ колебаний [37, 48].
- Немецкие физики Г. Баркхаузен и К. Курц создали вакуумную лампу с возможностью модулировать скорость движения электронов – про-

летнюю лампу. Лампа позволяла осуществить генерирование сигналов с частотой до 300 МГц – выше той, что была доступна ранее (генератор Мейсснера давал максимум 10 МГц) [17, 37, 45].

- Русский инженер С.Н. Какурин начал разработку механической системы с диском Нипкова для радиопередачи изображений [72].
- В Нижегородской радиолaborатории под руководством М.Л. Бонч-Бруевича начата разработка телевизионной системы с панелью коммутируемых фотоэлементов в передающем устройстве [72].
- Л.С. Термен (РСФСР) изобрел электронный музыкальный инструмент «терменвокс» [15].
- В марте в Москве на Шаболовке вступила в строй 100 кВт радиостанция незатухающих колебаний с дуговым генератором, построенная под руководством В.М. Лебедева (РСФСР). Первоначально она работала на антенну, подвешенную на двух деревянных мачтах высотой 160 м [4, 12].
- В апреле в России на Казанской базе радиотелефоний был построен радиотелефонный передатчик мощностью около 1 кВт, работавший на обычных усилительных лампах (всего около 100 ламп). Два меньших передатчика были установлены на пароходах «Декабрист» и «Радищев». В рейсах от Казани до Царицына между пароходами и Казанью поддерживалась уверенная связь. Казань отлично принимали в Астрахани (расстояние 1 100 км), в Ленинграде и в Ростове-на-Дону (РСФСР) [4].
- 20 мая состоялась первая заранее объявленная радиопередача в Северной Америке. Радиостанция «CFCF» в Монреале (Канада) передавала концерт певицы Дороти Луттон. По мнению некоторых историков, это была первая регулярная радиопередача в мире [4].
- В сентябре в Москве закончилась постройка радиотелефонного передатчика и начались его испытания. Для опытных переговоров объектом связи был избран Берлин. Немцы хорошо слышали советскую радиостанцию, но организовать ответную передачу не смогли [4].
- К концу 1920 года войска России насчитывали один поезд связи, 13 отдельных батальонов связи, 79 телефонно-телеграфных рот, 13 отдельных рот связи, 3 радиобазы, 38 отдельных радиостанций. Общая численность войск связи превышала 100 тыс. человек. На радиобазах в Казани и Владимире шла подготовка радиоспециалистов для армии [17].

- 2 ноября под руководством Ф. Конрада (США) начала регулярные радиопередачи радиостанция «KDКА» в Питсбурге, штат Пенсильвания, США (длина волны 360 м, мощность 100 Вт). Эта дата считается днем рождения радиовещания. Стартом послужило сообщение о результатах президентских выборов (США, Питсбург-Пенсильвания). Радиостанция принадлежала компании «Westinghouse» (корпорация «RCA», см. 1919 г.) и выходила в эфир каждый вечер с 8:30 до 9:30. Руководил радиостанцией инженер Ф. Конрад. К 1921 году мощность передатчика была увеличена до 1 кВт. Через первую коммерческую радиостанцию «KDКА» была организована международная служба обмена сообщениями с Францией, Германией и Аргентиной. Регулярные радиовещательные передачи начались и в других странах: Франция – 1921 г., Австралия – 1921 г., Великобритания – 1922 г., Германия – 1923 г., Новая Зеландия – 1923 г., Швейцария – 1923 г., Австрия – 1924 г. [4, 11, 37, 44, 46, 108].
- Началась передача по радио сигналов точного времени Пулковской обсерватории (РСФСР).
- Начало радиовещания в Великобритании [37, 56].
- 22 декабря в Германии вышла в эфир первая радиовещательная программа в Koenigs-Wursterhausen. В 1923 г. начали работать радиостанции в Берлине, Лейпциге, Мюнхене, Гамбурге, Штутгарте и некоторых других городах. Было разрешено вещать один час в день. В 1923 г. в Германии насчитывалось около 500 000 слушателей, в 1925 г. – 1 000 000 и в 1930 г. – 3 000 000 [4].
- М.В. Шулейкин (РСФСР) разработал теорию отражения радиоволн от ионосферы. В 1923 году он опубликовал формулу распространения электромагнитных волн в ионосфере, получившую затем мировую известность [12].
- Экспериментальные радиотелефонные передачи из Нижнего Новгорода в Москву с помощью 40-ваттного передатчика (РСФСР).

1920-1931

- «Изобретение» слова «робот» (производное от чешского термина для обозначения принудительного труда) в пьесе «РУР – Универсальные Роботы Россума» – К. Чапек (Чехия) [1].

1921

- 17 июня на шести площадях Москвы через громкоговорители производилась передача устной газеты РОСТА, чередовавшаяся с беседами

и лекциями. Передачи велись ежедневно с 21 до 23 часов. Эти первые в мире мощные громкоговорящие установки были оснащены двумя усилителями Казанской базы радиотормирований (РСФСР) [12].

- В соответствии с Постановлением Совета Труда и Оборонь от 18.07.1921 г. № 231/276 создано Особое техническое бюро, впоследствии Всесоюзный (Всероссийский) научно-исследовательский институт радиотехники – ВНИИРТ (РСФСР). Институт занимался научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими разработками по созданию новейших средств вооружения для Красной Армии и Военно-Морского флота, причем главными направлениями в его работе было создание:
 - для Сухопутных Войск – радиотехнических устройств управления на расстоянии взрывами фугасов и минных полей; специальных средств связи, включая шифрованную связь;
 - для Военно-Воздушных Сил – тяжелых фугасных бронебойных авиабомб, авиационных прицелов и автоматических бомбосбрасывателей; средств подвески и воздушной транспортировки тяжелого оружия; телемеханических устройств для управления по радио самолетов-мишеней;
 - для Военно-Морского Флота – новых образцов минно-торпедного оружия, специальной аппаратуры радиосвязи и радиотелемеханических средств управления на расстоянии морскими объектами (боевыми торпедами и торпедными катерами, кораблями-мишенями).

Институтом разработано свыше 50 типов РЛС различных диапазонов волн. Практически все отечественные предприятия радиолокационного профиля начинали с освоения разработок ВНИИРТ. На основе разработок ВНИИРТ изготовлено более 10 тыс. РЛС и около 3 тыс. поставлено во многие страны мира. Институту принадлежат приоритеты в разработках:

- отечественных РЛС в метровом, дециметровом и сантиметровом диапазоне радиоволн;
- отечественных импульсных РЛС;
- отечественных когерентных РЛС;
- радиолокационных высотомеров;

- тренажеров боевых расчетов РЛС;
- трехкоординатных РЛС;
- твердотельных РЛС с активными ФАР.
- 2 августа в Люберцах (под Москвой) вступил в эксплуатацию радиоузел, явившийся первым в мире центром радиосвязи. Система радиоузлов, открывшая новые пути развития радиосвязи и позволившая централизовать прием-передачу радиogramм, была разработана русским инженером К.И. Четыркиным (патент 1919 года) (РСФСР) [12].
- На Шаболовской радиостанции закончилось сооружение металлической башни высотой (без флагштока) 150 м. Сооружение башни осуществлялось по проекту и под руководством академика В.Г. Шухова. Эксплуатация башни началась 19 марта 1922 года (РСФСР) [12].
- В радиоприемниках вместо наушников начали применяться громкоговорящие преобразователи (рупоры, горны) [4].
- Весной 1921 года специалистами Казанской базы радиотелеграфирования были изготовлены два радиотелефонных передатчика, построенных по ступенчатому принципу. Более мощный из них работал на 100 лампах. Он содержал три ступени, в каждой из которых лампы работали параллельно: первая на 3-5 лампах и вторая на 10-13 лампах являлись усилительными, а оконечная на 32-87 лампах – мощной ступенью, работающей на антенну. Радиопередатчики позволили достичь дальности связи более 1000 км и практически обеспечили уверенной связью все Поволжье вплоть до Астрахани. При этом прием велся с помощью шестиступенчатых усилителей, которыми укомплектовывались пароходы [195].
- Под руководством А.И. Коваленкова (Россия) была создана первая советская передающая радиотелефонная станция АК-23 дальностью действия до 50 км.
- Вступила в эксплуатацию первая ламповая радиотелеграфная станция в Свердловске. Для питания анодных цепей был применен разработанный Нижегородской радиолабораторией (В.П. Вологдин) ртутный высоковольтный выпрямитель. Это было первое в мировой практике применение ртутного выпрямителя высокого напряжения (РСФСР) [12].

- Э. Белин, французский инженер, осуществил первую трансатлантическую передачу фотоизображений между Аннаполисом (США) и лабораторией Белина в Ла-Малмейсон (Франция). Оборудование Э. Белина использовалось многими европейскими средствами массовой информации в течение 1930-1940 гг. Термин «belino» использовался при обозначении всех видов передачи фотоизображений [4].
- Работавший в США инженер Ван дер-Бийл из Южно-Африканского Союза открыл явление самоконцентрации электронного потока в электроннолучевой трубке, наполненной разреженным газом (газовая фокусировка) [70].
- Е. Шульц подал во Франции патентную заявку на передающую телевизионную трубку мгновенного действия [70].
- В продаже появились первые радиоконструкторы «Marconiphone Crystal Junior V1» и «V2», производимые компанией Маркони в ответ на все увеличивающуюся популярность радио. Наборы содержали все необходимые детали для сборки радиоприемника, хотя многие радиолюбители все еще предпочитали собирать приемники «с нуля» (Великобритания) [4, 5].
- А.У. Халл, американский физик, с 1914 года работавший в компании «General Electric», изобрел множество конструкций электронных ламп для применения в электронных схемах, в частности, магнетрон и тиратрон. В 1921 году построил на магнетроне генератор на частоту 30 МГц мощностью 8 кВт с КПД 69%. (промышленный вариант магнетрона был готов к 1928 году) [4, 60, 182].
- Л.М. Халл использовал катодную трубку для измерения частоты методом фигур Лиссажу [37].
- Для повышения стабильности частоты применены кварцевые генераторы [5]. См. также 1924 г.
- С. Баттерворт (Великобритания) опубликовал классическую статью о высокочастотном сопротивлении витка катушки с учетом скин-эффекта и эффекта близости [37, 49].
- При постройке подводной телеграфной линии между Кей Вестом и Гаваной впервые использован коаксиальный кабель [37, 41].
- Дж. Скотт-Таггарт (Великобритания) создал негатрон – тетрод с отрицательным сопротивлением [37].

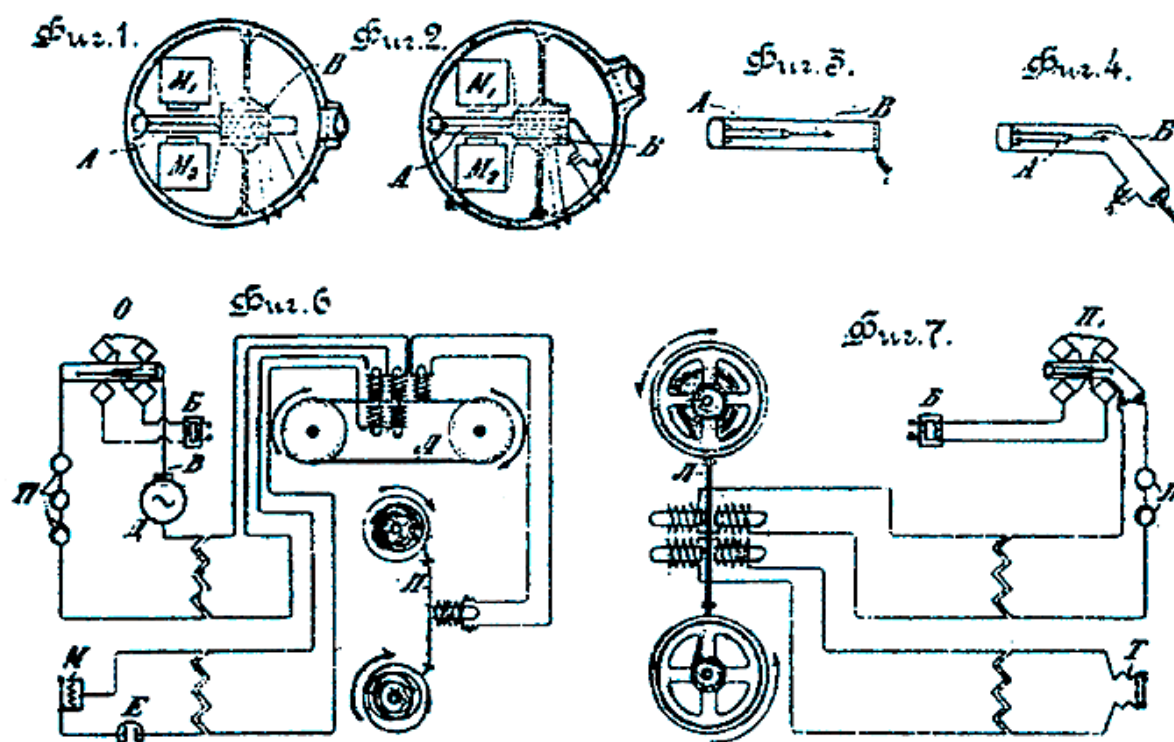
- В Детройте (США) по инициативе комиссара полиции В. Рутледжа начались эксперименты по использованию односторонней радиосвязи с патрульными автомобилями на частоте 2 МГц. В 1922 году Федеральная радиокомиссия выдала полицейскому департаменту первую лицензию «КОР» (так возник термин «коп» при обозначении полицейских). Мощности бортсети было недостаточно для питания приемников, и приходилось устанавливать дополнительные батареи, которых хватало на 4 часа работы. 1922 год некоторыми историками считается годом рождением пейджинга (односторонней связи) [4].
- Американская радиолига (The American Radio League) осуществила на коротких волнах контакт с П. Годлей в Шотландии, доказав, что короткие волны можно использовать для дальней связи [21].
- А.Л. Минц, который в то время возглавлял Научно-испытательный институт связи (НИИС) РККА, разработал первую в России ламповую армейскую радиостанцию «АЛМ», названную по инициалам ее создателя. «АЛМ» была принята на вооружение в 1923 году и изготовлена в количестве 220 комплектов (по тем временам очень большая цифра). До 1923 года в армии были только искровые передатчики «Телефункен» [4, 16].

1922

- 1 января организован Трест заводов слабого тока. В том же году в Петрограде на производственной базе завода РОБТиТ возник электровакуумный завод Треста заводов слабого тока и несколько позднее – Центральная радиолaborатория (РСФСР) [12].
- 13 января российский радиолюбитель О.В. Лосев, работая лаборантом в Нижегородской радиолaborатории, открыл в детекторе из цинкита (ZnO) со стальным острием способность усиливать слабые радиосигналы и возбуждать в радиотехнических контурах незатухающие колебания. Лосев установил, что генерацию или усиление сигнала с помощью двухэлектродного прибора можно получить в том случае, если он при определенных условиях обладает «отрицательным сопротивлением» (возрастание напряжения на приборе приводит к падению тока). В 1922 году Лосев предложил схему детекторного усилителя. В 1923 году он построил детекторный регенеративный приемник с генерирующим кристаллом, способный принимать станции более отдаленные, чем обычный детекторный приемник, и назвал его «криста-

дин». Кристадины выпускались промышленностью и были весьма популярными среди радиолюбителей как в России, так и за рубежом. Кристадин Лосева был прообразом современных туннельных диодов, за создание которых Л. Эсаки (Япония), А. Живер (Норвегия) и Б. Джо-зефсон (Великобритания) получили в 1973 году Нобелевскую премию. Приоритет Лосева в исследованиях полупроводниковых эффектов признал в своей речи при вручении ему в 1956 году Нобелевской премии за изобретение транзистора американец русского происхождения Иван (Джон) Бардин. Термин «отрицательное сопротивление» был введен в 1928 г. М.А. Бонч-Бруевичем (РСФСР) [12, 14, 31].

- 19 февраля нью-йоркская радиостанция «WJZ» впервые осуществила «живое» студийное радиовещание спектакля под названием «Совершенный дурак» (США) [4].
- Ч. Франклин (США) построил радиомаяк. Коротковолновый передатчик с вращающимся параболическим отражателем излучал сигнал при прохождении каждой половины оборота [37].
- В марте в Москве на Шаболовской радиостанции вступила в строй уникальная антенная башня из металла высотой 150 м, сооруженная по проекту и под руководством выдающегося инженера и ученого Владимира Григорьевича Шухова (РСФСР) [14].
- 27 и 29 мая Нижегородская радиолaborатория провела первые опытные радиоконцерты, принимавшиеся на расстоянии до 3 000 км. В этом же году были изготовлены генераторные лампы на 25 кВт с медным анодом, охлаждаемым водой (РСФСР) [4, 11, 12].
- Июль – патент Э. Армстронга (США) на суперрегенеративный прием. Сверхрегенеративный (суперрегенеративный) приемник имел значительно большее усиление, чем регенеративный [49].
- Э.В. Эпплтон (Великобритания) создал триодные генераторы с автоматической синхронизацией [37].
- А. Корн, немецкий физик, успешно передал по радио картинки из Италии в США [37].
- Создание радиотелеграфного завода им. Коминтерна (СССР).
- Предложена механическая система телевидения – Б.А. Рчеулов (РСФСР) [101].



Схематическое изображение системы магнитной записи изображения и звука Б.А. Рчеулова (патент СССР № 3803): Фиг. 1, 3, 6 – элементы записывающего устройства; фиг. 2, 4, 7- элементы воспроизводящего устройства

- А. Тэйлор и Л. Янг (США) обнаружили деревянные суда в море, используя интерференционный радар непрерывного излучения с разнесенными передатчиком и приемником (длина волны 5 м) [37, 60, 182].
- Ввод в эксплуатацию Центральной радиотелефонной станции в Москве – руководитель М.А. Бонч-Бруевич (РСФСР).
- В августе закончено строительство Центральной радиотелефонной станции в Москве (мощность 12 кВт, длина волны 1200 м). После двухмесячных испытаний станция сдана в эксплуатацию [14].
- 22 августа в Nova Scotia скончался Александер Грейм Белл (США). В день его похорон на время замолчали все американские и канадские телефоны, чтобы воздать почести человеку, который «изобрел новый способ общения между людьми» [4, 5].
- 17 сентября Московской радиотелефонной станцией передан первый радиовещательный концерт [4].
- Л.А. Хазелтайн, американский физик и инженер, проводя эксперименты в области телеграфной и телефонной радиосвязи, изобрел «нейтродинный» («neutrodyne») приемник. Предложенная схема позволяла во много раз снизить емкость между анодом и управляющей сеткой благодаря введению дополнительного конденсатора компенсации или

нейтрализации (neutralized – отсюда и произошло название «нейтродин»). Схема Хазелтайна уменьшала также паразитную емкость между катодом и сеткой, которая была причиной возбуждения усилителей на триодах. Это позволило принимать более высокочастотные сигналы и уменьшало шумы и «завывания» при приеме. В 1924 году Хазелтайн основал компанию «Hazeltine Corporation», которой продал патент нейтродинного приемника – первого коммерческого приемника, пригодного для приема радиовещательных программ. К 1927 году в США было около 10 млн. таких приемников. Нейтродинные приемники выпускались до 1928 года [4].

- Дж. Карсон в статье «Заметки по теории модуляции» показал, что для частотной модуляции требуется более широкая полоса, чем для амплитудной [37, 57].
- Компания Маркони получила разрешение британского Почтового ведомства на радиовещание музыкальных программ в течение 15 минут в неделю. Первая радиопередача прозвучала из исследовательской радиостанции Маркони «2LO» в Челмсфорде (Chelmsford) в День святого Валентина (14 февраля). В развитие этой инициативы 18 октября 1922 года была создана радиостанция BBC – British Broadcasting Company, Ltd (Великобритания). Это была первая национальная радиостанция. Вещание началось новостями 14 ноября. До 1926 года станция называлась British Broadcasting Company Ltd. Далее название стало British Broadcasting Corporation. В настоящее время это одна из крупнейших мировых вещательных компаний [4, 5, 37, 44].
- Г. Маркони (Италия) на конференции Американского института радиоинженеров (IRE) разъяснил практическую ценность использования отражения радиоволн для морской навигации:

«Мне кажется, что можно спроектировать устройство, с помощью которого корабль будет излучать поток лучей в любом желаемом направлении. Если луч встретится с металлическим объектом (например, другим кораблем), он отразится и будет принят приемником, запущенным передатчиком, и обнаружит тем самым наличие корабля при любом тумане. Дополнительным достоинством устройства могло бы быть то, что оно предупредит о наличии корабля, даже если последний не излучает какие-либо радиоволны».

Однако за выступлением Г. Маркони, так же как и после демонстрации Х. Хюльсмейера 9 июня 1904 года (см. 1904 год), в течение нескольких последующих лет никаких серьезных действий не последовало.

- Б.А. Введенский совместно с А.И. Данилевским (РСФСР) провели первые опыты по радиосвязи на УКВ с целью изучения их распространения [4].
- В России под руководством ученых М.М. Богословского, С.А. Векшинского и С.А. Зусмановского налажено массовое производство генераторных ламп [4].
- А. Земм (Германия) разработал метод сложения мощностей генераторных блоков радиопередатчиков в общей нагрузке, названный «блочным методом» [8].
- В США компания «Operadio» выпустила первый портативный радиоприемник на лампах под торговой маркой «Operadio». В этом же году компанией были изготовлены первые автомобильные радиоприемники. В настоящее время фирма называется «Dukane Corporation» [4].
- Американская корпорация «RCA» выпустила первый приемник с торговой маркой «Radiola» – «Radiola I». Марка «Radiola» была придумана в 1921 г. А. Голдсмит. Благодаря торговой марке, слово «радиола» стало нарицательным [4].
- Коммерческая радиостанция WWJ, созданная в 1920 году и обслуживающая г. Детройт и его пригороды, в 1922 году предоставила Мичиганскому университету право читать лекции. В 1941 году первой стала вести трансляции радиопередач с частотной модуляцией (FM) [193].

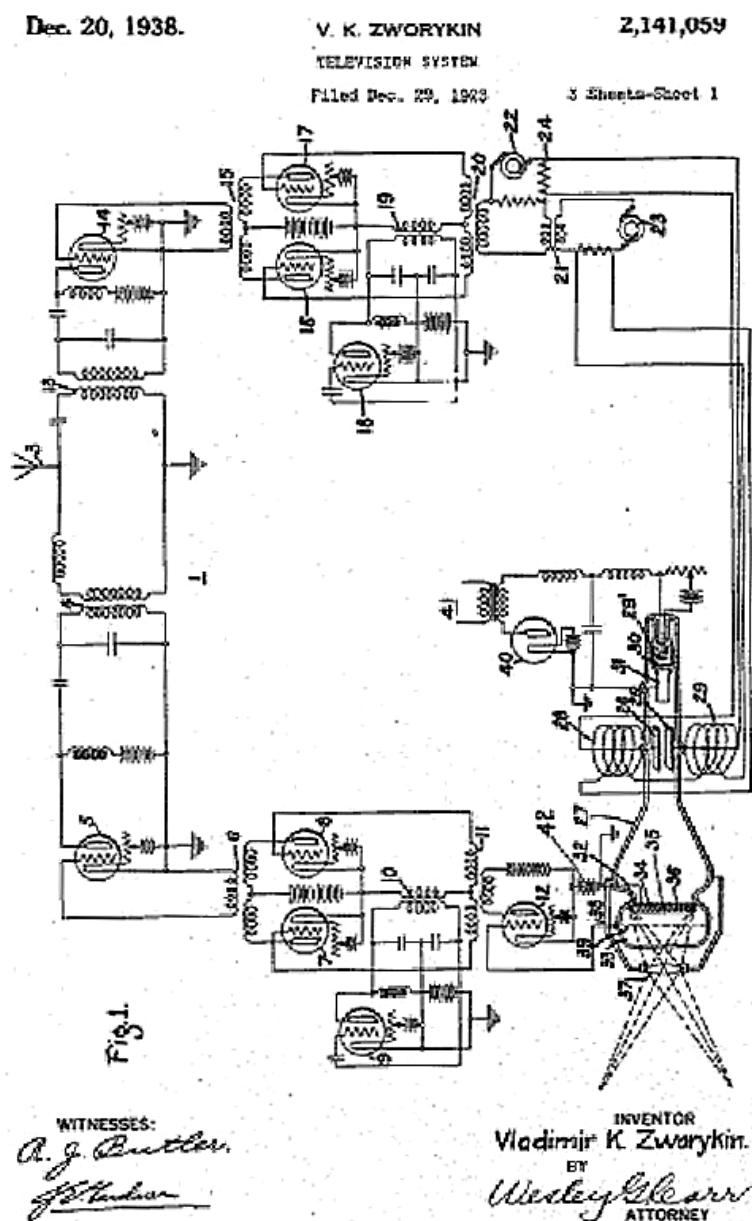
1923

- Январь – П.Н. Куксенко и А.Л. Минц (СССР) запатентовали феррорезонансную схему, в которой настройка приемного контура в диапазоне длин волн от 500 до 2000 м осуществлялась перемещением железного сердечника катушки. После разработки специальных ферромагнитных материалов (феррокарт, магнетит, карбонил и др.), состоящих из тонкого молотого порошка, прессуемого в твердую массу с помощью связующих изолирующих материалов, этот метод стал применяться для настройки приемников [12].
- В Германии (Берлин) начала работу первая радиовещательная радиостанция «Radio-Stunde Berlin» [4].
- З. Леве, немецкий физик, основал в Германии компанию «Loewe». В настоящее время это известная компания по производству видео и аудио техники высокого класса (High-End) [4].

- В России создана первая громкоговорящая приемная установка «Радиолина», состоящая из усилителя высокой частоты, детектора, усилителя низкой частоты и электромагнитного громкоговорителя [4].
- Май – на радиостанции имени Коминтерна были установлены новые двухкиловаттные лампы, а общая мощность станции увеличена до 30 кВт (СССР) [12].
- Построен Первый электровакуумный завод Треста слабых токов, который начал массовый выпуск приемно-усилительных и генераторных ламп (СССР) [12].
- Фирма Philips представила на рынке радиолампу с уменьшенным энергопотреблением Miniwatt (Нидерланды) [57].
- М.А. Бонч-Бруевичем и С.В. Татариновым (СССР) на основе исследований распространения коротких волн предложен способ работы на двух волнах (дневной и ночной), что позволило осуществить кругло-суточную уверенную дальнюю радиосвязь [12].
- Инженер и изобретатель В.К. Зворыкин, американец российского происхождения, подал патентную заявку на иконоскоп – первую передающую телевизионную трубку, основанную на теории Кемпбелла-Свинтона (Великобритания), сформулированной в 1911 году.

«Изображение фокусируется внешним объективом внутри иконоскопа. Высокоскоростной электронный луч последовательно сканирует изображение по горизонтали. Фотозлементы считывающего устройства освещаются с разной яркостью и формируют импульсы, зависящие от падающего на них количества света. Далее информация преобразуется в электрический видеосигнал и передается на приемное устройство, в котором происходит процесс восстановления изображения, подобный считыванию».

К концу 1923 года В.К. Зворыкин разработал приемную трубку для воспроизведения изображений – кинескоп. Вначале компания «Westinghouse» (Питсбург, США), где работал Зворыкин, не оценила важность его изобретения, это сделало в 1929 г. руководство «RCA» при демонстрации усовершенствованной системы. Работы Зворыкина по передаче видеoinформации позволили ему заслужить титул «отца телевидения». В 1933 г. усовершенствованная система Зворыкина использовалась для передачи видео репортажа из строящегося в Нью-Йорке «Empire State Building» (разрешение изображения – 230 строк) [4, 5].



Заявка Вл. Зворыкина на патент иконоскопа, 1923 год

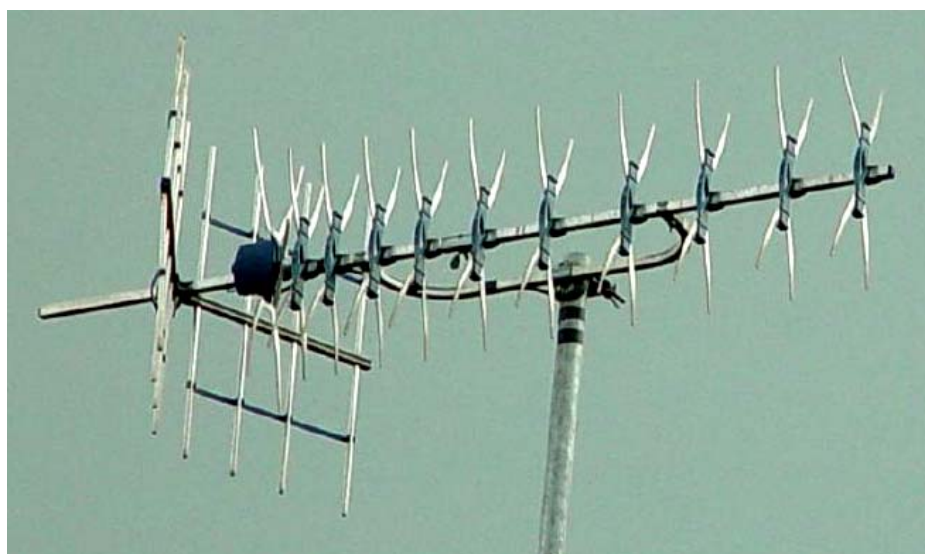
- Организация института радиовещательного приема и акустики им. А.С. Попова (СССР).
- Завод имени Козицкого организовал производство ламповых радиоприемников. Широкой известностью пользовались у радиолюбителей радиоприемники «БЛ», «БШ», выпрямители ДВ, приемники «БЧН», коротковолновые приемники «ПКЛ-2», усилители «УН-2», «УМ-4», «УПС» (СССР) [12].
- Предложен метеорологический радиозонд – П.А. Молчанов (СССР).
- Изобретение антенны бегущей волны – Г. Беверэддж (США).
- Начало использования единицы *децибел* (в честь изобретателя телефона Александра Белла) для описания потерь в телефонном кабеле [37].

- У. Николс создал линию связи «точка-с-точкой», работая на одной боковой полосе [37].
- Х. Арнольд (США) и Л. Эспенчайд (Великобритания) использовали подавление несущей АМ сигналов в трансатлантическом радио [37].
- Инженер из Великобритании Дж. Бэйрд построил и запатентовал практическую ТВ систему с 8 линиями развертки. Он продемонстрировал свой *Televisor* в 1926 году. Это было первое ТВ вещание для публики в Великобритании [37, 44].
- Ф. Фарнсворс (США), будучи в возрасте 13 лет, создал передающую камеру, подобную иконоскопу В. Зворыкина, и назвал ее «диссектором изображения» («Image Dissector») [70].
- Фурнье д'Алба (Ирландия) передал с помощью «беспроводного телефона» портрет короля Великобритании Георга V. Изображение состояло из 30 строк, в каждой из которых было по 20 секций. Каждой секции присваивался буквенный код, соответствующий степени яркости. Коды «считывались» с помощью микрофона. Передача заняла 22 минуты, создав картинку из последовательности точек [5, 70].
- Р. Ватсон-Ватт (Великобритания) усовершенствовал радиолокатор, применив электронно-лучевую трубку, дающую оператору возможность наглядно определять расстояние до цели, направление на нее и скорость ее перемещения [27, 44, 59].
- Американский исследователь Р. Хартли показал, что количество информации, которое может быть передано в заданном интервале времени, пропорционально ширине полосы пропускания информационного канала [37, 41].
- Х. Флершайн подал патентную заявку на использование радиоволн на транспорте – система, установленная в движущемся автомобиле, предупреждает водителя, если другой транспорт приближается к нему на опасное расстояние – такого рода системы нашли широкое применение во второй половине XX века [37, 41].
- В Германии начала работать система автоматической междугородней связи [37, 45].
- П. Мертц (США) запатентовал использование частотной модуляции для факсимильной связи [37, 47].
- В США были предложены три типа кварцевых генераторов [37, 62].
- В Данди, штат Мичиган, начало функционировать кабельное радио. Стоимость подписки составляла \$1,50 в месяц (США) [5].

- Г. Маркони (Италия) предпринял эксперимент по передаче сигналов на коротких волнах с борта яхты «the Elettra». Результаты эксперимента способствовали налаживанию связи корабль – корабль, корабль – берег [5].

1924

- 13 января – первая публичная демонстрация телевидения – Е. Александерсон (США) [5].
- В феврале британский изобретатель Дж. Бэйярд продемонстрировал *Radio Times* в Лондоне первую полумеханическую телевизионную систему для передачи движущихся изображений. Система воспроизводила всего лишь силуэты объектов, например изгибание пальцев. Уже 25 марта 1925 года в магазине *Selfridge's* (Лондон) состоялась премьера трехнедельной демонстрации телевидения [72].
- 5 июня Е. Александерсон впервые передал факсимильное сообщение через Атлантику (США) [5].
- Б.А. Остроумов (СССР) в Нижегородской радиолaborатории сконструировал вакуумную электроннолучевую трубку с магнитной фокусировкой для исследования процессов в высокочастотных схемах [70].
- Х. Яги (Япония) профессор Токийского инженерного колледжа при Императорском университете, вместе со своими ассистентами Ш. Уда и Окабе впервые практически реализовал идею использования пассивных элементов для создания эффективной направленной антенны. С того времени термины «яги» или «яги-уда» стали нарицательными для обозначения многоэлементных направленных антенн [4, 5].



Один из вариантов современной антенны Уда-Яги

- В.А. Гуров (СССР) в Центральной радиолaborатории разработал оптико-механическую систему передачи изображения с качающейся призмой и барабаном с линзами [70].
- Английские изобретатели Дж. Блэйк и Г. Спунер запатентовали передающую телевизионную трубку с селеновым слоем в качестве светочувствительной мишени [70].
- Немецкий ученый Курт Штилле начал исследования по магнитной записи звука и предложил использовать для записи стальную пленку [37].
- Американский ученый Л. Эспеншид изобрел первый радио-альтиметр [37].
- Немецкие учёные Э. Герлах и В. Шоттки изобрели первый динамический микрофон – электродинамический микрофон ленточного типа. Они расположили в магнитном поле гофрированную ленточку из очень тонкой (около 2 мкм) алюминиевой фольги. Такие микрофоны до сих пор применяются в студийной записи благодаря чрезвычайно высоким частотным характеристикам, однако их чувствительность невелика, выходное сопротивление очень мало (доли Ома). Кроме того, достаточная чувствительность достижима только при значительной площади ленточки (а значит, и размерах магнита), в результате такие микрофоны имеют большие размеры и массу по сравнению со всеми остальными типами.
- Фото-радиограмма была послана из Нью-Йорка в Лондон и обратно [37, 41].
- Дж. Тэйлор и В. Кларксон измерили временные интервалы, используя электронные лампы [37, 48].
- В. Браун (Германия) установил правило выбора сопротивления нагрузки усилителя мощности с трансформаторной связью [37, 48].
- Г. Бергер (Австрия) в процессе исследования активности мозга разработал принцип электроэнцефалографии [37, 41].
- Ученые Э. Хабанн (Германия) и Н. Зкек (Чехия) независимо друг от друга изучали возможность использования магнетрона для генерации СВЧ колебаний [37].
- Ч. Франклин (США) запатентовал антенну направленного излучения – ряд проводов соединялся с фидером, второй ряд проводов, расположенный на расстоянии полуволны, являлся отражателем (рефлектором) [37, 49].

- Дж. Карсон в классической статье «Избирательные цепи и статическая интерференция» показал, что энергия, поглощаемая приемником, прямо пропорциональна его полосе пропускания [53].
- 15 июля создано «Общество радиолюбителей РСФСР», с 2 декабря – «Общество друзей радио СССР».
- Центральная радиолaborатория Треста заводов слабого тока разработала радиовещательные передатчики мощностью 1,2 и 4 кВт, которые серийно выпускались заводом имени Козицкого (СССР) [12].
- 28 июля Совнарком СССР принял постановление «О частных приемных радиостанциях», разрешающее сборку и установку приемников для «радиослушания». Постановление закрепило за гражданами право владения собственным радиоприемником. Этот день можно считать днем рождения отечественного вещательного радио. Постановление положило начало широкой радиофикации страны и массовому радиолюбительскому движению [4].
- А. Глаголева-Аркадьева (СССР) получила субмиллиметровые волны (длина волны 82 мкм) с помощью дугового генератора [37, 41].
- Создан двойной триод [37, 49].
- А. Халл (США) измерил коэффициент усиления усилителя с RC связью на экранированных лампах, получив усиление 120 дБ на частоте 60 кГц и 80 дБ на частоте 10 МГц [37].
- В сентябре в России выпущен промышленный детекторный радиоприемник для населения «ЛДВ» («любительский детекторный вещательный») производства Треста заводов слабого тока в Москве. В дальнейшем заводом выпускались 5 модификаций этого приемника. В этом же году в продаже появились первые вещательные приемники «Радиолины» Ленинградского радиоаппаратного завода имени Козицкого (СССР) [4].
- 4 октября в день похорон М.В. Фрунзе под руководством А.Л. Минца был организован первый радиорепортаж с Красной площади (СССР) [4].
- 12 октября начались регулярные передачи Сокольнической радиостанции, построенной под руководством А.Л. Минца и работавшей на волне 1 010 м. Мощность станции составляла 640 Вт, затем она была повышена до 1,2 кВт. (СССР) [4].
- 24 декабря вступила в строй действующих Ленинградская радиовещательная станция мощностью 2 кВт (СССР) [12].

- 27 декабря начала работать радиовещательная станция в Нижнем Новгороде. На станции был установлен передатчик мощностью 1,2 кВт, разработанный М.А. Бонч-Бруевичем и С.И. Шапошниковым (СССР). Усовершенствованный вариант этого передатчика получил название «Малый Коминтерн» и с 1925 года стал выпускаться серийно как типовой для местного радиовещания [12].
- На заводе им. Козицкого в Ленинграде налажено производство радиоприемников на отечественных радиолампах [12].
- Американский физик Р. Хейзинг продемонстрировал особый вид модуляции радиоволн, в котором информация представлена длиной и порядком регулярно повторяющихся импульсов (например, код Морзе). Модуляция получила название широтно-импульсной – ШИМ (pulse-duration modulation – PDM). Он же запатентовал применение ШИМ для передачи речевых сигналов [4, 37, 41].
- На базе завода Морского ведомства начался выпуск наземных и самолетных радиостанций и радиопеленгаторов различных типов (СССР) [12].
- Основание журнала «Радиолюбитель», с 1946 г. – «Радио» (СССР).
- Фирмой WEAFA (подразделение AT&T), которая в мае 1923 г. начала вещание на частоте 610 кГц (492 м), для повышения стабильности частоты радиовещательного передатчика была применена кварцевая стабилизация (США).
- Американские инженеры Э. Келлог и Ч. Райс, работавшие в фирме «General Electric», запатентовали конический громкоговоритель со звуковой катушкой (электродинамический громкоговоритель). Уже со следующего года подобный громкоговоритель начал использоваться в радиооборудовании. Они также работали над созданием одноваттного усилителя мощности для громкоговорителя [4, 5].
- Р. Рэнжер (США) изобрел метод беспроводной передачи фотоизображений или «трансокеанское факсимильное радио», предшественник современных факс-аппаратов. В ноябре фотография президента Кэлавина Кулиджа стала первым изображением, переданным из Нью-Йорка в Лондон по трансатлантическому «факсу». Метод заключался в том, что изображение печаталось на цилиндре, при вращении которого сканировалось лучом света [4, 5].

- Э.В. Эпплтон, британский физик из Кембриджского университета, лауреат Нобелевской премии в области физики (1947) определил расстояние до верхних слоев ионосферы – 60 миль (92,5 км). Измерения послужили стимулом для развития радиолокации, а принцип работы испытательного оборудования стал прототипом метода, используемого в современных частотно-модулированных радарх. Ионосфера стала «первым объектом, обнаруженным с помощью радиолокации». Дальнейшие эксперименты проводились для изучения возможностей радиовещания вокруг земного шара. В 1925 году американские ученые Г. Брейт и М. Туве опубликовали результаты работ по определению высоты слоя Кеннелли-Хевисайда путем измерения времени запаздывания импульсного сигнала, отраженного от слоя, относительно сигнала, пришедшего вдоль поверхности Земли. В 1926 году Эпплтон обнаружил ионосферный слой на высоте 150 миль (278 км), более высокий, чем слой Хевисайда и с более сильной отражательной способностью. Этот слой, названный «слоем Эпплтона», хорошо отражает короткие волны и позволяет им распространяться вокруг Земли. Дальнейшее развитие идеи Эпплтона получили в работах английского физика Ватсон-Ватта (см. 1935 г.) Было установлено, что отражающие свойства ионосферы изменяются в зависимости от интенсивности солнечных пятен. Благодаря работам Эпплтона была учреждена служба ионосферных прогнозов оптимальных частот, услугами которой пользовались более 40 коротковолновых радиостанций мира [4, 182].
- В США была создана компания «International Business Machines Co.», сокращенно – «IBM» [4].
- В США компания «Bell Laboratories» создала первую радиостанцию телефонной связи для полицейских автомашин [4, 37, 44].
- В США У. Лир и Э. Вэйвринг создали первый автомобильный приемник, право массового производства которого они продали фирме «Моторола» («Motor-ola» – сокращение от «motor victrola»). У. Лир получил известность благодаря реактивному самолету, который создал в шестьдесят лет. Кроме того, на его счету приемопередатчик (1935), авиационная курсовая система (1946), автопилот (1949) и первая восьмидорожечная стереосистема (1967), сравнимая по значимости с новаторской разработкой реактивного самолета (1963). Он получил

более 150 патентов, большинство которых – в области высокотехнологичной электроники или авиационной техники.

- Г. Маркони (Италия) закончил постройку КВ радиостанций на 30-60 МГц для британского правительства. Была организована прямая коротковолновая радиолиния из Корнуолла (Великобритания) до Кейптауна (Южная Африка). *«We speak across space and some day we shall see as we speak»* – «мы разговариваем на расстоянии, и придет время, мы будем видеть друг друга во время разговора» – это переданное сообщение оказалось пророческим [4, 5].
- В больших городах Великобритании слушатели имели возможность настраиваться на 11 передающих вещательных станций. 70% населения Великобритании находилось в зоне радиовещания хорошего качества [5].
- В США работали 2,5 миллиона радиоприемников [5].

1925

- Э. Эпплтон (Великобритания) показал, что сигнал, отраженный от верхнего слоя атмосферы, имеет эллиптическую поляризацию. Это было использовано в дальнейшем при создании радаров [5, 37].
- 22 января Нижегородская радиолaborатория установила на волне 23 м связь между Нижним Новгородом и Иркутском [12].
- 16 февраля осуществлена первая передача оперы по радио: через Сокольническую радиостанцию из студии в Доме Союзов в Москве передавалась опера «Евгений Онегин» [12].
- В апреле в Париже состоялся Международный Конгресс радиолюбителей, на который прибыли 23 делегации из 22 стран (около 300 человек). СССР участвовал заочно. Был образован «Международный союз радиолюбителей» – IARU [1, 4].
- 13 июня Ч. Дженкинс (США) осуществил передачу изображения, синхронизированного со звуком, на расстояние 5 миль для членов Военно-морского министерства.
- С.Я. Турлыгиным (СССР) описаны опыты с магнитными сердечниками из порошкообразного железа, спрессованного под большим давлением, давшие отличные результаты при настройке катушек для радиоаппаратуры [12].

- 12 октября начались регулярные передачи Сокольнической радиостанции, построенной под руководством А.Л. Минца и работавшей на волне 1 010 м. Мощность станции составляла 640 Вт, затем 1,2 кВт. На станции проводились первые радиопередачи концертов, трансляции опер и спектаклей из залов театров, хроникальные передачи с улиц и площадей (СССР) [12].
- В Комитет по делам изобретений поступила заявка Б.П. Грабовского, В.И. Попова и Н.Г. Пискунова на первую в СССР полностью электронную телевизионную систему [2, 4].
- Б.П. Грабовский (СССР) спроектировал систему с передающей и приемной электронно-лучевыми трубками – «радиотелефотом». Система содержала усилители на электронных лампах, генераторы развертывающих напряжений, устройства синхронизации, по основополагающим идеям близкие к современным схемам. К сожалению, потеря комплекта оборудования «радиотелефота» при перевозке аппаратуры для завершающих испытаний из Ташкента в Москву не позволила завершить работу над этой системой [70].
- На заводе «Светлана» в Ленинграде по инициативе и при участии В.И. Попова, Б.П. Грабовского и Н.Г. Пискунова была осуществлена первая попытка создания передающей телевизионной трубки [70].
- 23 ноября началось регулярное радиовещание через радиостанцию им. Коминтерна (СССР) [12].
- Советский ученый А.А. Чернышев в Ленинградском электрофизическом институте создал оптико-механическую телевизионную систему с разверткой изображения при помощи многогранных зеркальных барабанов и с использованием эффекта Керра в приемном устройстве. Он же подал заявку на устройство со световым клапаном для приема телепередач на большой экран и предложил передающую телевизионную трубку с полупроводящим фотокатодом [70].
- В.А. Гуров выдвинул идею создания «радиокинематографа» – телевизионного передатчика с промежуточным кинофильмом [70].
- 16 декабря на V съезде русских физиков Л.С. Термен (СССР) сделал доклад «Видение на далекое расстояние» и продемонстрировал на экране изображение движущейся живой руки [70].

- В.К. Зворыкин (США) подал заявку на идею полностью электронного цветного телевидения [2, 30, 70].
- В.К. Зворыкин (США) подал патентную заявку на иконоскоп и в ноябре 1928 года получил патент [37, 41].
- В.К. Зворыкин (США) запатентовал идею цветного телевидения, которое стало реальностью только спустя 25 лет [5, 28]
- Дж.Л. Бэйярд (Великобритания) впервые продемонстрировал в Лондоне изобретенный им телевизор (см. 1924 год).
- О.А. Адамян (СССР) разработал систему цветного телевидения с последовательной передачей цветов [12].
- Немецкие ученые М. Дикман и Р. Хелл запатентовали передающую телевизионную трубку с перемещением электронного потока – диссектор [70].
- Э. Келлог спроектировал неискажающий (работающий в классе А) усилитель мощности на триодах [37].
- В. Буш (США) и его коллеги создали машину, способную решать дифференциальное уравнение – первый аналоговый компьютер [37, 63].
- Р. Хейзинг (США) создал однополосный модулятор для трансатлантической радиотелефонии [37].
- Фирма Bell Telephone Co. осуществила передачу картинки по радио без проводов [37,49].
- Ч. Дженкинс (США), Дж. Бэйярд (Великобритания), О.А. Адамян (СССР) независимо друг от друга разработали телевизионную аппаратуру с механической разверткой и провели демонстрации с передачей и приемом простейших изображений [2].
- Б.Л. Розинг (СССР) предложил способ модуляции интенсивности электронного пучка в приемной телевизионной трубке при помощи управляющей сетки.
- Изобретение триггерной схемы – У. Икклз, Ф. Джордан (Великобритания).
- Предложения по организации пространственно-разнесенного радиоприема – Г. Бевередж, Г. Петерсон (США) [1, 8].
- Г.О. Уилер (США) создал первый приемник с диодной автоматической регулировкой усиления, поддерживавшей постоянным уровень

сигнала. Изобретение Уилера было обнародовано в 1926 году фирмой «Hazeline», в которой он работал много лет. Приемники АМ сигналов с такой регулировкой начали использоваться в 1930 году [37, 41].

- Э. Армстронг (США) начал исследования, направленные на снижение уровня статических помех. Результатом этих исследований стала изобретенная им восемью годами позже частотная модуляция [5].
- В Париже началась передача сигналов точного времени с радиостанции Эйфелевой башни.
- М.Э. Туве, американский физик-экспериментатор и геофизик, разработал радиоволновый метод исследования ионосферы. Работы способствовали созданию теоретической основы для развития радаров. Совместно с американским физиком Г. Брейтом Туве проводил измерения высоты ионосферы методом посылки радиоимпульсов и измерения времени задержки сигналов, отраженных от ионизированных слоев атмосферы [4].
- В.В. Татаринов, советский радиофизик, на основе развитого им так называемого метода наведенных ЭДС создал теорию и инженерный метод расчета коротковолновых направленных антенн. Сконструировал несколько типов таких антенн [4, 8].
- Лондонская BBC начала трансляцию одновременно двух программ на двух разных частотах [5].
- «Электрическая революция». До 1925 года музыкальные записи осуществлялись с помощью большого акустического рупора, который «фокусировал» звуковые волны на диафрагме акустического фонографа, соединенной с резцом. Резец двигался по поверхности диска, покрытого воском, и вырезал в нем углубления, соответствующие записываемой фонограмме. После разработки электронных усилителей и микрофонов для записи звука стали использовать малогабаритные электрические микрофоны. Электрические сигналы поступали в усилитель, связанный с электромагнитным дисковым резаком [4].

1926

- 9 января Сокольническая радиостанция начала регулярную работу на коротких волнах (90 м). Регулярного радиовещания на коротких волнах в это время в Европе еще не было (СССР) [12].

- 5 февраля Совнарком СССР принял постановление «О радиостанциях частного использования», которым отменялись все ограничения на установку радиоприемников и разрешалось не только организациям, но и отдельным радиолюбителям иметь собственные приемно-передающие радиостанции [4].
- 20 февраля начались регулярные передачи по радио боя часов на Спасской башне Кремля [4, 12].
- Голландский физик Б. Телеген, работавший в Philips Research Laboratories, добавил в электронную лампу третью (антидинаatronную) сетку, создав тем самым пентод, что позволило улучшить качество усиления на низких и высоких частотах [5].
- В Германии компанией «Loewe» была разработана комбинированная электронная лампа «Loewe 3NF». Лампа представляла собой устройство, состоящее из 3-х триодов, 4-х резисторов и 2-х конденсаторов в одной колбе. Для создания радиоприемника к этим «интегральным схемам» добавлялся внешний колебательный контур, подключалось питание, громкоговоритель и антенна. Выпускались модификации интегрированных ламп с различными комбинациями диодов, триодов, тетродов, пентодов, резисторов и конденсаторов. Была также разработана лампа «Loewe 2NF» для широкополосного усиления [4, 37].
- Дж. Лилиенфилд (США) запатентовал теорию полевого транзистора, экспериментально продемонстрированного В. Шокли (США) гораздо позже, в 1952 году [37].
- 7 июля в США создана радиовещательная корпорация «Эн-Би-Си» (NBC – National Broadcasting Company) капитал которой составили компании RCA (50%), GE (30%), Westinghouse (20%), телефонные линии – «АТ&Т». В настоящее время это одна из крупнейших мировых вещательных компаний. В 1986 году, вместе с RCA приобретена компанией «Дженерал Электрик» (США).
- Фирмой «Вестерн Электрик» разработана система записи на диски звукового сопровождения фильмов (витафон) (США) [1, 5].
- Вступила в строй Владивостокская радиовещательная станция – (СССР) [12].

- Нижегородской радиолaborаторией созданы первые коротковолновые магистральные линии радиосвязи Москва – Ташкент и Москва – Владивосток. На радиостанциях этих линий были установлены первые коротковолновые направленные антенны, разработанные В.В. Татаринным (СССР) [12].
- В Германии начала работу радиостанция «Deutsche Welle» («Немецкая волна»).
- 25 ноября в Москве вступила в эксплуатацию самая мощная в Европе средневолновая радиовещательная станция имени А.С. Попова с мощностью 20 кВт [12].
- Дж. Бэйярд продемонстрировал в Лондоне работу электромеханической телевизионной системы с 30-строчным разложением изображения. Экран был размером примерно с современную визитную карточку [29, 72] (см. 1924 год).
- Английский инженер Г. Раунд предложил использовать эффект накопления зарядов в системе передачи неподвижных изображений [29, 72].
- Первая передача изображения с синхронной передачей звукового сопровождения – опера «Дон Жуан» (США) [70].
- На VI Всесоюзном съезде физиков в Москве группа сотрудников Ленинградского электрофизического института под руководством Л.С. Термена продемонстрировала передачу движущихся изображений при помощи оптико-механической телевизионной системы [72].
- Л.С. Термен представил в Кремле телевизор с экраном $150 \times 150 \text{ см}^2$, названный «Устройством электрического дальновидения». И это в то время, когда экраны западных моделей были не больше спичечного коробка! Первый телевизор был установлен в приемной Ворошилова, а камера — перед входом в Наркомат обороны.

1927

- 7 января начала работу первая коммерческая (15 фунтов стерлингов за 3 минуты разговора) трансатлантическая линия радиотелефонной связи. Первыми поговорили редактор лондонской газеты Дэйли Мэйл и ее корреспондент в Нью-Йорке. Для работы системы было выделено 14 частотных каналов (Великобритания) [4, 5].

- В Англии с вещательной программой вышла в эфир радиостанция BBC [14].
- 18 марта – открытие самой мощной в Европе 40-киловаттной радиовещательной станции им. Коминтерна (СССР) [12].
- Началась передача звуковых вещательных программ по проводам городской телефонной сети в Москве и регулярная трансляция звуковых вещательных программ по телефонным проводам из Москвы в другие города страны [14].
- В СССР под руководством А.Л. Минца организовано Бюро мощного радиостроения, спроектировавшее ряд отечественных радиостанций [14].
- Специалисты фирмы Bell Telephone Company (США) во главе с Г.Е. Айвсом провели опытную видеотелефонную связь с помощью механического телевидения (50 строк) на расстояние 400 м [14].
- Дж. Андерсон обнаружил, что возможно самовозбуждение многокаскадных усилителей за счет конечного внутреннего сопротивления источника питания. Чтобы избежать самовозбуждения, в 1931 году В. Кукинг предложил использовать развязывающие фильтры [37, 48].
- Американский инженер Ф. Фарнsworth направил патентную заявку на *диссектор изображения* для применения в телевидении. Первыми предложили и запатентовали идею диссектора немецкие ученые М. Дикман и Р. Хелл (см. 1925 год) [37, 64].
- Американец шведского происхождения Э. Александерсон создал механическую телевизионную систему. В 1928 году он в прямом эфире показал жителям своего квартала человека, курящего сигарету. Уже спустя четыре месяца подобные программы можно было смотреть четыре раза в неделю. А 3 июля 1928 года в США был продан первый в мире телевизор. Стоил он 75 долларов, что равнялось двум средним зарплатам простого рабочего. Еще через два месяца в эфир была выпущена постановка «Посланник королевы».
- Р. Хартли (США) предложил математическую теорию связи [37].
- 100 киловаттный однополосный передатчик для трансатлантической радиотелефонии использовал параллельное включение тридцати 10-киловаттных ламп [37].

1,773,980

TELEVISION SYSTEM

Filed Jan. 7, 1927

4. Shogun-Short 2

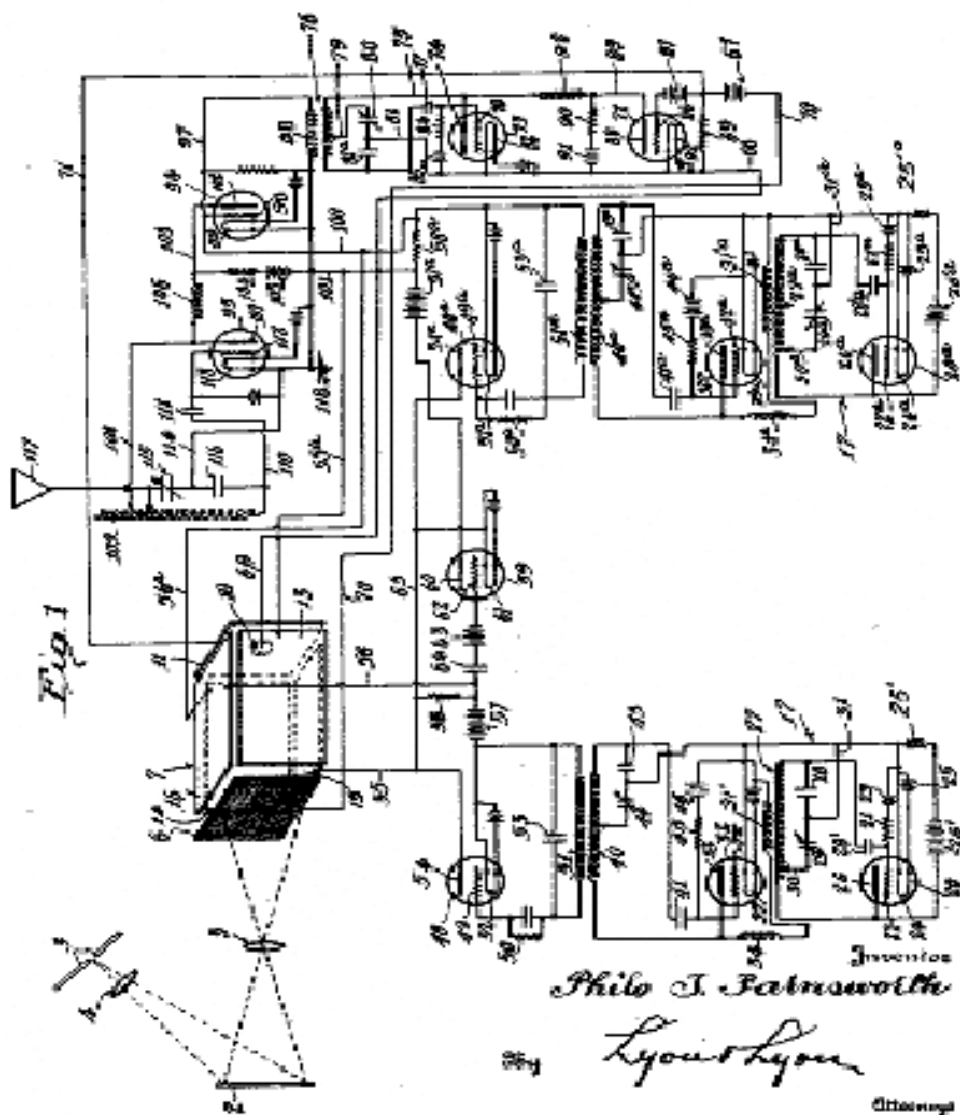


Рисунок из патента Р. Фарнsworthа на электронное телевидение

- Г.С. Блэк, американский инженер из компании «West Street Labs» (предшественница «Bell Telephone Laboratories»), в течение шести лет работал над уменьшением искажений в телефонных усилителях. Во время пригородной поездки на пароме в 1927 году Г. Блэку пришла в голову идея применить для этого отрицательную обратную связь (ООС). За неимением бумаги, ученый записал расчеты на газете. И хотя сначала это предложение казалось парадоксальным, ООС произвела невероятные изменения качественных характеристик усилителей

(до этого использовалась только положительная обратная связь). Изобретение нашло широчайшее применение во всех областях радиоэлектроники. В январе 1934 года в журнале *Electrical Engineering* (AIEE) Блэк опубликовал статью «Стабилизированные усилители с обратной связью» (*Stabilized feed-back amplifiers*) с изложением результатов применения ООС. В декабре 1937 года Г. Блэк получил патент США на усилитель с обратной связью (через девять лет после подачи заявки) [1, 4, 46, 103].

- Создан варистор – резистор, сопротивление которого зависит от приложенного напряжения [37].
- М. Гэри, Хортон (Германия) и Мэйс (США) из компании «West Street Labs» первыми теоретически определили влияние полосы пропускания на качество телевизионной картинки и смогли оценить необходимую минимальную полосу [37, 41].
- Т. Экерсли (Великобритания) использовал теорему взаимности для расчета излучения передающих антенн над неоднородной поверхностью [37, 41].
- В. Робертс (США) создал линейный детектор [37, 48].
- В США создана Федеральная Радио Комиссия (FRC – Federal Radio Commission) для распределения и регулирования использования радиочастот. Принят Радио Акт, который определил термин «радио», как любой вид связи, осуществляемый электрической энергией без использования проводов. Радиочастотный спектр объявлен государственной собственностью [4,5].
- Заведующий Аэрологической обсерваторией города Павловска под Петербургом П.А. Молчанов запатентовал радиозонд, используемый для получения метеоданных. Через 3 года три больших шара, наполненные водородом, подняли радиоаппаратуру весом 3 кг на высоту 9 км. В течение 35 мин. звучали радиосигналы, которые принимал на земле П.А. Молчанов. Сообщения с зондов сразу передавались в Институт погоды в Петербурге и в Москву. Образец одного из этих зондов был представлен на Международной выставке воздушного транспорта. Этот экспонат особо отметил известный путешественник Ф. Нансен, который был директором выставки [11].
- Предложено понятие эргодичности для описания свойств случайных процессов – Е.Е. Слуцкий (СССР) [1].

- Организация проводной радиовещательной городской сети в Москве.
- Функционирование линии видеотелефонной связи по системе с оптико-механической разверткой изображения – Г. Айве (США).
- Начало эксплуатации первой коротковолновой магистральной линии радиосвязи Москва – Ташкент.
- В сентябре полярный радист Э.Т. Кренкель (СССР) установил первую коротковолновую связь в Арктике [14].

1927-1928

- Венгерский инженер К. Тиханьи подал патентную заявку на передающую телевизионную трубку с мозаичным фотокатодом и использованием эффекта накопления электрических зарядов.

1928

- Ф. Пфлеймер, немецкий инженер, получил германский патент № 500900 на магнитную ленту: «бумажная лента, покрытая железным порошком, способным к намагничиванию» (Lautschriftträger). Позднее, после лабораторных экспериментов с проводами и лентами на основе железа, Пфлеймер предложил в качестве основы ленты пластмассу. Первоначальная конструкция ленты Пфлеймера была разработана химиками из объединенной компании «BASF/AEG», которая представила пригодную продукцию в 1932 году [4, 5, 47, 59].
- Б.А. Введенский, советский радиофизик, предложил «квадратичную формулу» для расчета распространения УКВ над земной поверхностью в пределах прямой видимости и «дифракционную формулу» для расчета поля УКВ за горизонтом (1935-1936). В 1965 г. в соавторстве с М.А. Колосовым и др. опубликовал расчет поля при дальнем тропосферном распространении УКВ [4, 12].
- В марте проведен двухнедельник коротких волн для пропаганды и развития коротковолнового радиолубительства. Во время двухнедельника в Кунцево (под Москвой) был дан старт аэростату, в котором, кроме пилота, находился коротковолновик с любительской радиостанцией. Аэростат продержался в воздухе 40 час. 32 мин. Все это время велась непрерывная двусторонняя радиосвязь на коротких волнах с коротковолновиками СССР и других стран. Сообщения о приеме радиogramм были получены из Киева, Томска, Баку, Владивостока и других городов [12].

- 7 апреля Детройтский департамент полиции (США) начал использовать регулярную одностороннюю радиосвязь с патрульными автомобилями на частоте около 2 МГц. Это был итог семилетнего эксперимента, в результате которого была доказана пригодность подвижных радиостанций для полицейской работы и выданы рекомендации по принятию на вооружение радиосвязи по всей стране. Два семиместных автомобиля, так называемые «крейсера», были оборудованы радиоприемниками. К концу года восемь «крейсеров», оборудованных приемниками, провели 551 задержание. Передачи полицейского отдела могли приниматься любым бытовым радиоприемником. Односторонняя связь требовала подтверждения приема по телефону-автомату. Автомобили не могли координировать действия с другими полицейскими, запрашивать подкрепление или уведомлять другие патрули о перемещении преступников [4].
- Поль В. Гэлвин и его брат Джозеф Е. Гэлвин (США) приобрели обанкротившуюся чикагскую компанию «Stewart Storage Battery». 25 сентября братья Гэлвин объединились в «Galvin Manufacturing Corporation». Корпорация имела пять служащих. Первым изделием компании был «заменитель батареи» – выпрямитель, который должен был позволить бытовым радиоприемникам с батарейным питанием работать от электросети. В 1930 году компания «Galvin Manufacturing Corporation» переименована в «Motorola» [4].
- 5 мая Э. Венте и А. Сорас (США) запатентовали микрофон с подвижной катушкой (динамический микрофон). Рабочее устройство было представлено 24 июня 1930 года. В 1931 и 1932 годах А. Сорас получил патенты на коммерческие модели этого микрофона. Низкое сопротивление катушки (30 Ом) позволяло передавать сигнал по длинному кабелю без заметных потерь качества. Первый микрофон (618А) был направленным. Более поздняя модель (630А) была ненаправленной и обеспечивала работу в диапазоне частот 30-15 000 Гц [4].
- Начало разработки теории случайных процессов – Е.Е. Слуцкий (СССР) [1].
- 28 мая начал вещание первый телевизионный центр WGY в Шениктэди, построенный фирмой General Electric (США) [5].
- Американский изобретатель Е. Андерсон продемонстрировал в Шениктэди первый домашний телевизионный приемник. Он имел экран

диаметром 3 дюйма и давал нестабильную картинку плохого качества (см. также 1927 г.) [5].

- Г. Найквист, американский физик-электрик, изобретатель, еще в 1924 году издал книгу «Некоторые факторы, влияющие на скорость телеграфа» («Certain Factors Affecting Telegraph Speed»), в которой провел анализ соотношения между скоростью передачи в телеграфной системе и количеством используемых сигнальных значений. В 1928 году вышла его статья «Некоторые вопросы теории телеграфной передачи» (Certain Topics in Telegraph Transmission Theory), где были изложены принципы осуществления выборки непрерывных сигналов для преобразования их в цифровой вид. Теорема Найквиста утверждает, что частота дискретизации должна быть, по крайней мере, вдвое выше самой высокой частоты обрабатываемого сигнала, в этом случае исходный сигнал может быть восстановлен. Теорема Найквиста стала фундаментальной основой цифровых устройств. В 1932 году он определил условия стабильности усилителей с отрицательной обратной связью (теорема Найквиста), которые имеют большое практическое значение. Теорема стабильности сыграла важную роль в течение Второй Мировой войны, так как помогала эффективно управлять артиллерией, использующей электромеханические системы с обратной связью. Кроме теоретических работ, Найквист владел 138 патентами в области телекоммуникаций [4].
- Дж. Джонсон и Г. Найквист (США) экспериментально исследовали тепловые шумы [37].
- Г. Блэк (США) получил патент на «связь вперед», предназначенную повысить линейность ламповых усилителей. Применение «связи вперед» давало неплохие результаты, но схемы требовали постоянной настройки рабочих точек, что мешало коммерческому использованию таких схем [103].
- В августе Г. Блэк (США) подал патентную заявку на изобретение обратной связи. Патент был выдан лишь в декабре 1937 года. Такую задержку Г. Блэк объяснял тем, что «сама концепция настолько противоречила общепринятым соображениям, что экспертам патентного офиса казалось, что она не будет работать» (см. также 1927 г.) [103].
- А. Халл (США) создал тиратрон – газонаполненный триод с горячим катодом [37, 57].

- Г. Форестер создал феррит [37].
- В. Рамсей (США) измерил изменение радиационного и индукционного полей петлевой антенны в зависимости от расстояния. [37, 65]
- Грецки экспериментально исследовал действие цилиндрического, параболического и плоского отражателей при длине волны 2,98 м и обнаружил, что характеристики отражателей зависят от их физических размеров [37, 41].
- В СССР действовало 65 радиовещательных станций общей мощностью 192,64 кВт; 177 трансляционных узлов проводного вещания; примерно 21 тысяча трансляционных радиоточек и 70 тысяч радиоприемников [12].
- Разработана система цветного телевидения с оптико-механической разверткой изображения (Д. Бэйрд, Великобритания) с использованием изобретения А.Л. Полумордвинова (Россия) [5,72].
- Ф. Фарнворс (США) продемонстрировал первую действующую полностью электронную телевизионную систему [37].
- Венгерский инженер К. Тиханьи подал патентную заявку на передающую телевизионную трубку с мозаичным фотокатодом и использованием эффекта накопления электрических зарядов. Похожую механическую систему предложил Ч. Дженкинс, а канадец Ф.Ш. Анрото добавил в систему коммутацию световым пучком [72].
- Радиостанция Нью-Йорка начала трансляцию телевизионных шоу [193].

1929

- Д. Бэйрд (Великобритания) открыл первую в мире телевизионную студию, однако с очень низким качеством изображения [5].
- В.К. Зворыкин (США) продемонстрировал полностью электронную телевизионную систему (с иконоскопом и кинескопом) с разрешением 60 строк [5].
- В Англии и Германии начались регулярные опытные телепередачи с четкостью 30 строк [72].
- Научный сотрудник Всесоюзного электротехнического института Ю.С. Волков (СССР) подал патентную заявку на «Устройство для электрической телескопии в натуральных цветах» – систему цветного телевидения с последовательной передачей цветов и с использованием электроннолучевой трубки [72].

- Создан фазоинверсный RC каскад для подачи сигнала на двухтактный усилитель мощности [37, 48].
- Р. Хартли (США) теоретически разработал прообраз современного параметрического усилителя. В 1936 году Е. Петерсон проверил идею Хартли экспериментально, используя для настройки усилителя штыревые конденсаторы [37].
- Запрещается применение дуговых генераторов для передачи сигналов, за исключением генераторов на маломерных судах [37, 49].
- Немецкий инженер Г. Холлман высказал идею создания клистрона. Он запатентовал свою идею, назвав прибор *лампой с полем, тормозящимся двойной сеткой (double-grid retarding-field tube)* [37].
- В. Шоттки (Германия) экспериментально исследовал контакт металл-полупроводник (барьер Шоттки). [37]
- К. Окабе (Япония) из университета Тохоку наблюдал генерацию сантиметровых волн (5,35 ГГц) при помощи щелевого магнетрона [37].
- Предложена теоретико-множественная аксиоматика теории вероятностей – А.Н. Колмогоров (СССР).
- Начата магнитная запись звука на пластиковый носитель (Германия) [5].
- 21 мая в СССР начались опытные передачи 100-киловаттной радиовещательной станции имени ВЦСПС, в то время самой мощной в Европе. По техническим решениям, качеству передачи она намного превосходила зарубежные радиовещательные станции. Руководил проектированием и строительством А.Л. Минц. 28 ноября станция вступила в эксплуатацию [12].
- Э. Армстронг (США) получил патент на идею частотной модуляции [5].
- Голландские учёные Г. Хольст и Б. Телеген создали электронную лампу с тремя сетками – пентод. В США пентод разработал А.У. Халл в 1930 году. В 1932 году был создан гептод, в 1933 – гексод и пентагрид, в 1935 году появились лампы в металлических корпусах. Дальнейшее развитие электронных ламп шло по пути улучшения их функциональных характеристик, а также по пути их многофункционального использования [5, 82].

PAUL NIPKOW IN BERLIN.

Elektrisches Teleskop.

Fig. 1.

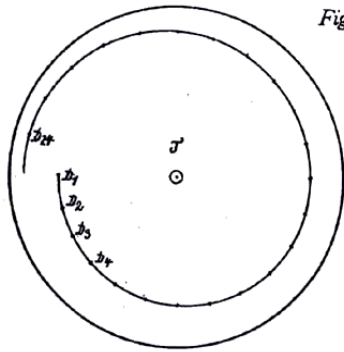


Fig. 2.

Station I.

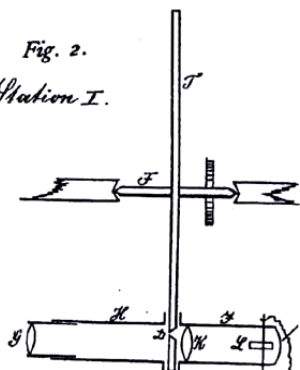
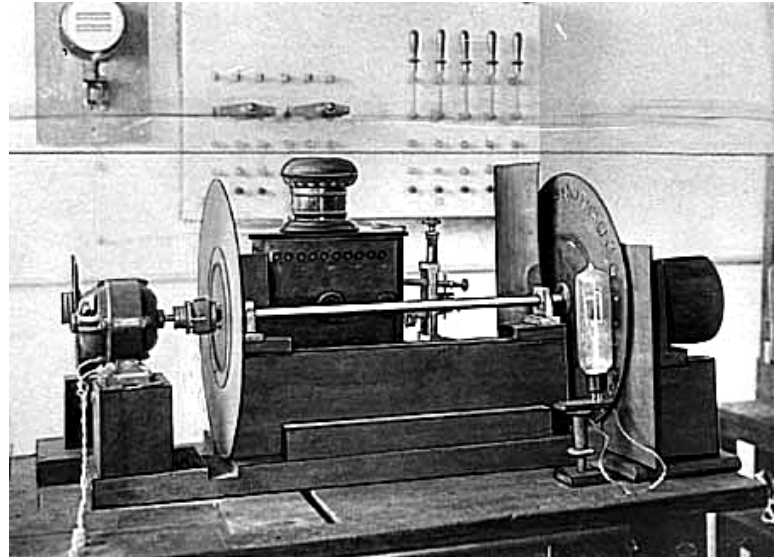
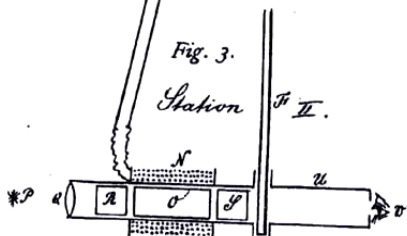


Fig. 3.

Station

St II.



Система с диском Нипкова, 30-е годы XX века

Рисунки из патента П. Нипкова

1930

- Организация Ленинградского института инженеров связи, ныне Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций.
- В январе 1930 года советский учёный П.А. Молчанов запустил первый в мире радиозонд. Радиозонд Молчанова был признан лучшим метеорологическим прибором мира и использовался более 30 лет [1, 2].
- Запатентован радиоимпульсный альтиметр [37, 41].
- 12 января Э.Т. Кренкель, находившийся на Земле Франца-Иосифа, установил на коротких волнах связь с американской экспедицией

- Р. Бэрда, находившейся вблизи Южного полюса. Связь на расстоянии 20 000 км была рекордной по дальности [2, 4, 12].
- Основание журнала «Электроника» (США).
 - Завод имени Козицкого приступил к серийному выпуску приемников ЭКЛ-4, ЭКЛ-5, РКЭ и других, а также впервые в СССР освоил производство телевизионных приемников Б-2 с диском Нипкова, а позднее – телевизоров ТК-1, Т-1, Т-2 с кинескопами [12].
 - Советский физик Л.А. Кубецкий начал работы по вторично-электронному усилению и подал авторскую заявку на «Многоэлементный электронный прибор» – многокаскадный вторично-электронный умножитель – усилитель фототоков [15, 72].
 - Научный сотрудник Ленинградского электрофизического института А.П. Константинов (СССР) предложил конструкцию передающей трубки с двусторонней мозаикой из фотоэлементов с внешним фотоэффектом и накоплением зарядов (заявка от 28 декабря 1930 года, патент от 30 ноября 1934 года). Однако выполнить такую сложную конструкцию в то время не представлялось возможным [72].
 - Для радиовещания выделены частоты от 550 до 1000 кГц [37, 65].
 - Советскими инженерами Г.С. Сорокиным (ВЭИ), К.М. Янчевским (ЛЭФИ) и И.П. Полевым (завод «Светлана») разработаны электронно-лучевые трубки с газовой фокусировкой [72].
 - М. фон Арденне (Гармания) продемонстрировал передачу кинофильмов при помощи электронной телевизионной системы с газонаполненными электроннолучевыми трубками и разверткой бегущим световым пятном [70].
 - Первая телевизионная звуковая трансляция спектакля из театра «Коллизей» в Лондоне. Для создания сигнала использовалась механическая система. Картинка и звук были синхронизированы (Великобритания) [5].
 - Фирма AT&T начала эксперименты по созданию видеотелефона (США) [5].
 - Л. Хайлэнд (США) из Военно-морской исследовательской лаборатории, проводя эксперименты по определению направления с помощью интерференционного метода на декаметровых волнах, обнаружил, что при пролете над передающей антенной самолета радиосигнал сильно искажается. Хайленд предложил использовать декаметровые волны

для предупреждения о приближении вражеских самолетов [27, 60, 182].

- Осуществлено управление с земли эскадрой британских бомбардировщиков в радиусе 40 миль; пилоты самолетами не управляли [37, 41].
- Езу и Ханеман обнаружили отсутствие затухания сигналов на частоте 100 МГц при телефонной связи с самолетами в пределах прямой видимости [37, 65].
- Devry Corporation осуществила синхронную запись звука на 16 мм пленку видеокамеры [37, 41].
- Дж. Страттон указал на влияние тумана и дождя на распространение очень коротких волн [37, 41].
- Ф. Терман и Н. Морган показали преимущества линейного сеточного детектирования по сравнению с линейным диодным [37, 48].
- К. Янский (США) изобрел первый радиотелескоп и открыл космическое радиоизлучение, чем положил начало радиоастрономии [172].
- Французский инженер А. Клавир построил экспериментальную микроволновую телефонную линию в Нью-Джерси, используя трехметровую параболическую антенну [37, 41].
- Французский инженер А. Клавир и его команда из Центральной лаборатории связи (Laboratoire Central des Telecommunications, an affiliate of IT&T) экспериментально продемонстрировали работу микроволновой линии связи длиной 21 миль между Дувром (Великобритания) и Кале (Франция) на частоте 1,72 ГГц (излучаемая мощность 0,5 Вт) [37, 45, 51].
- Дж. Саусворс (США) из Bell Telephone Labs обнаружил возможность передачи радиоволн по наполненным водой медным трубам – волноводам и определил оптимальный диаметр волновода, примерно равный половине длины волны (США). Параллельно работы по исследованию распространения радиоволн в трубах различной конфигурации проводил У. Бэрроу (США), он же предложил популярную сейчас форму волновода прямоугольного сечения [95].

1930-1931

- А.Х. Вильсон, английский физик, член Лондонского королевского общества, открыл ряд фундаментальных закономерностей в полупроводниках, ввел деление полупроводников на собственные и примесные, представление о донорской и акцепторной проводимости.

В 1931 году построил квантовую теорию полупроводников. Один из первых (1932) применил представления о квантовомеханическом туннелировании при описании контактов между металлом и полупроводником.

1931

- Установлена зависимость диэлектрической постоянной атмосферы от высоты [37].
- Г. Беверэдж и Г. Петерсон (США) исследовали затухание в различных приемных антеннах для радиотелеграфии [37, 65].
- Е. Карпус предложил использовать для связи квази-оптические волны (длиной от 0,001 м) [37].
- Ф. Левеллин (США) разработал быстрый метод определения отношения сигнал/шум в приемниках с большим коэффициентом усиления [37, 48].
- Хотя Дж. Карсон и утверждал в 1922 году, что применение частотной модуляции в радиотелеграфии нецелесообразно, Г. Роджер показал, что ЧМ передатчики обеспечивают более высокий КПД [37, 48].
- Американский математик русского происхождения С. Щелкунов, работавший в Bell Labs, базируясь на теории электромагнитного поля, теоретически исследовал потери и дисперсию в кабелях, а его коллега О. Зобель (США) предложил схемы, обеспечивающие одинаковое затухание кабелей на различных частотах [37].
- Е. Бруш и Г. Джохансон (Германия) продемонстрировали электронный микроскоп [37, 41].
- В январе Авиационная радиолaborатория ВМС в Вашингтоне приступила к выполнению проекта, имевшего целью «обнаружение вражеских судов и самолетов с помощью радио» [182].
- 20 января введена в эксплуатацию 100-киловатная радиовещательная станция под Ленинградом (СССР) [12].
- В СССР началось телевизионное вещание по системе с оптико-механической разверткой изображения.
- Разработан телевизионный передатчик на основе проекционного кинескопа с бегущим лучом – М. фон Арденне (Германия) [1].
- В мае лабораторией телевидения ВЭИ проведены первые телевизионные передачи с четкостью 30 строк через передатчик на волне 56,6 м.

Телевизионный передатчик разработан под руководством В.И. Архангельского (СССР) [70].

- В Ленинградском физико-техническом институте под руководством Я.А. Рыфтина разработана механическая телевизионная система с разложением изображения на 64 строки [70].
- 13 мая в СССР началось регулярное вещание на ультракоротких волнах. Передачи велись на волне 5,8 м через радиостанцию РВ-61, разработанную А.В. Астафьевым и В. Черенковым и построенную под руководством Б.А. Введенского. РВ-61 была зарегистрирована как первая в мире вещательная станция на метровых волнах [12].
- А.Л. Минц (СССР) впервые предложил и затем осуществил в строительстве радиостанции имени Коминтерна блоковую систему. Советская система блоков была заимствована американцами при строительстве мощной радиостанции в Цинциннати в 1934 году [12].
- Л. Бартон получил удовлетворительную глубину АМ модуляции, используя модулятор класса В [37, 41].
- Л.И. Мандельштам, советский физик, один из основателей школы советских радиофизиков, совместно с Н.Д. Папалекси (СССР) предложил новый метод возбуждения электрических колебаний и создал параметрический генератор переменного тока с периодически меняющейся индуктивностью. Позднее (1938) Л.И. Мандельштам и Н.Д. Папалекси разработали радиоинтерференционный метод точного измерения расстояний, широко применяемый в геодезии, гидрографии и др. [4, 9].
- 24 сентября С.И. Катаев (СССР) получил авторское свидетельство № 29865 на передающую телевизионную трубку, названную впоследствии иконоскопом. В этом же году С.И. Катаев получил авторское свидетельство на устройство для передачи движущихся изображений [12, 13].
- В ноябре В.К. Зворыкин (США) подал патентную заявку на передающую телевизионную трубку с накоплением электрических зарядов на одностороннем мозаичном фотокатode (аналогичную по устройству и принципу действия трубке С.И. Катаева) [70].
- 1 октября началось регулярное телевизионное вещание по системе с оптико-механической разверткой изображения на 30 строк (1200 эле-

ментов) при 12,5 кадрах в секунду через радиостанцию МОСПО на волне 379 м и через опытный передатчик на волне 720 м (СССР) [70].

- Фирма RCA начала экспериментальное радиовещание с Empire State Building (США) [5].
- Фирма RCA выпустила бытовой приемник «Radiola 80», ставший одним из самых популярных в США.
- Американская компания RCA представила ленточный или «скоростной» («velocity») микрофон, модель 44А, ставший одним из наиболее популярных микрофонов для передачи голоса. В микрофоне использовалась лента длиной 50 мм и шириной 2,4 мм, которая двигалась в магнитном поле в соответствии со звуковым давлением. Высокая чувствительность и направленность позволили устройству стать идеалом для вокалистов. Из-за больших габаритов и веса (более 3,5 кг) микрофон использовался только стационарно (см. 1924 год) [4].
- 14 декабря А.Д. Блумлейн, инженер лондонской компании «ЕМІ» (Electrical and Musical Industries), получил патент на метод бинауральной записи звука. В патенте был подробно изложен метод электронного репродуцирования звука от двух микрофонов и двух громкоговорителей. В настоящее время метод Блумлейна известен под названием «стереофония» или просто «стерео» [4].
- В декабре в компании «Bell Labs» американские ученые Х. Флетчер и А.К. Келлер осуществили стереофоническую запись звука на одну дорожку граммофонной пластинки. Была записана музыка симфонического оркестра под управлением Леопольда Стоковского в концертном зале Академии музыки в Филадельфии. Ими же осуществлена (1933) проводная передача стереофонического звука из Филадельфии в Вашингтон (США) [4].
- Осуществлена передача телевизионного сигнала из Тулузы в Гавр (Франция) [5].
- Т. Роджерс (Канада) получил лицензию на экспериментальное телевизионное вещание со своей станции в Торонто [5].
- В кинотеатре «Метрополь» лондонцы смотрели трансляцию со скачек Дерби (Великобритания) [5].

1932

- Впервые продемонстрировано полностью электронное телевидение [5].

- Компания ВВС (Великобритания) начала трансляции ТВ по системе Бэйярда с числом строк 30. Передачи продолжались до 11 сентября 1935 года.
- Д.Л. Бэйярд (Великобритания) продемонстрировал первое телевидение на ультракоротких волнах.
- А.А. Пистолькорс (СССР) предложил идею использования фазовой модуляции для передачи сигналов, а также ряд практических схем для этого [8].
- В Ленинграде начались экспериментальные телевизионные передачи [12, 13].
- Фирма RCA начала экспериментальное телевизионное вещание с Empire State Building [5].
- У. Дисней использует трехцветную технологию (Three-color Technicolor) для производства мультфильмов [5].
- Л.И. Мандельштам, Н.Д. Папалекси и Г.Я. Щеголев (СССР) создали радиопеленгаторную систему высокой точности (тип МПЩ), основанную на фазовых измерениях [14].
- Начат выпуск первых советских телевизоров для приема изображения с четкостью 30 строк.
- В.А. Гуров и А.А. Расплетин (СССР) в ЦРЛ провели опытную передачу телевизионного сигнала по оптическому каналу связи. На международной конференции по нелинейным колебаниям в Париже отмечена ведущая роль в указанной области советской школы во главе с Л.И. Мандельштамом и Н.Д. Папалекси. [70]
- В лаборатории телевидения ВЭИ под руководством С.И. Катаева (СССР) разработаны вакуумные приемные телевизионные трубки с магнитной фокусировкой электронного пучка [70].
- Изобретение схемы фазовой автоматической подстройки частоты — Х. де Бельсиз (Франция). Он первым описал схему синхронного приема сигналов, которая была проще и элегантнее использовавшейся тогда схемы супергетеродинного приема. Эта схема ФАПЧ, в которой сигнал обратной связи заставляет управляемый напряжением автогенератор подстраиваться точно на частоту приходящего сигнала, ши-

роко применяется во многих современных устройствах обработки и передачи информации [1].

- Организация Научно-исследовательского института связи (СССР).
- Г. Найквист (США) разработал теорию обратной связи без возбуждения – теорию регенерации. Он опубликовал статью «Regeneration theory» в журнале *Bell System Technical Journal* с изложением критерия, получившего его имя, и описанием диаграммы Найквиста, иллюстрирующей рассматриваемые явления [37, 166, 199].
- Создан цилиндрический волновод, теория которого была разработана инженерами Bell Labs С. Щелкуновым и С. Мидом (США) [37].
- Показано, что простейший детектор ЧМ сигналов – это последовательность цепей, резонанс которых несколько смещен относительно частоты несущего колебания [37, 66].
- Профессор Шротер утверждал: «ни одна из предложенных систем на электронно-лучевых трубках не имеет будущего, по крайней мере, в обозримом будущем». Тем не менее, RCA продемонстрировала улучшенный вариант трубки для приема сигнала в полностью электронной системе, и 20 августа BBC осуществила первое экспериментальное телевизионное вещание в Лондоне [37].
- Р. Ватсон-Ватт (Великобритания) предложил использовать термин «ионосфера» для описания ионизированных верхних слоев атмосферы [37, 41].
- Компания «BASF/AEG» представила коммерческую магнитную ленту (см. 1928 год) [4].
- Р.Г. Ниренберг, советский инженер, специалист в области судового приборостроения, изобретатель приборов звуковой подводной связи (1905), сконструировал и построил акустическую систему самонаведения торпеды на корабль. Разработал систему управления самолетами по радио, первый отечественный автопилот АП-1 (1932) [4].
- В приемниках начала применяться система «automatic volume control» (AVL) – автоматическая регулировка уровня (громкости), АРУ [4].
- В Германии компания «Blaupunkt» представила первый в Европе автомобильный радиоприемник «Blaupunkt AS5». Приемник управлялся с помощью специального дистанционного коммутатора на рулевой

колонке и стоил 465 марок (около трети цены небольшого автомобиля) [4].

- Создан «Международный Союз Электросвязи» (специализированное учреждение ООН) из бывшего «Международного телеграфного союза» (см. 1865 г.). Цели союза – содействие развитию международного сотрудничества для улучшения и рационального использования всех видов электросвязи (телеграфной, телефонной и радио). В 1990 году членами МСЭ были 166 государств. Штаб-квартира в Женеве [4].
- На рынке США появились первые автомобильные радиоприемники. Для приведения приемника в рабочее состояние требовалось остановиться и поднять антенну [4].
- Г Маркони (Италия) создал линию радиотелефонной связи между Ватиканом и летней резиденцией Папы Римского в Кастел Кандолфо [4].
- Американские инженеры Б. Тревор и П. Картер выполнили большой объем работ по изучению интерференции при отражении радиоволн от самолета [182].

1932-1933

- В 1932 году в СССР, а в 1933 году на заседании Международной электротехнической комиссии была принята единица частоты периодического процесса «Герц», вошедшая затем в международную систему единиц СИ. 1 Герц равен одному полному колебанию за одну секунду [6].

1933

- 1 мая введена в строй и 23 ноября начала регулярное вещание радиостанция имени Коминтерна, при создании которой был успешно использован опыт ступенчатого построения радиосистем (см. 1921 год). Радиостанция имени Коминтерна не была первой в СССР. Первая была сооружена в 1922 году в районе Вознесенской улицы (ныне улица Радио). Она была оснащена ламповым передатчиком мощностью 12 кВт, созданным в Нижегородской радиолaborатории (НРЛ) под руководством М.А. Бонч-Бруевича. В 1927 году в помещении утратившей свое значение дуговой радиостанции на улице Шаболовке был установлен самый мощный в Европе 40-киловаттный передатчик, также созданный в НРЛ; эту радиостанцию стали называть Радиостанцией имени Коминтерна (или Новым Коминтерном, в отличие от радиостанции на Вознесенской улице). Антенны новой радиостанции

были установлены на Шуховской башне. С вводом в строй Нового Коминтерна на базе первой Радиостанции имени Коминтерна была организована опытная радиостанция Наркомата почт и телеграфов. В 1933 году под Москвой вступила в строй ещё одна радиостанция имени Коминтерна мощностью 500 кВт, разработанная группой специалистов под руководством А.Л. Минца. В 1933-37 гг. помещение Радиостанции имени Коминтерна на Шаболовке использовалось в качестве опытной лаборатории Научно-испытательного института связи. В 1937 году отсюда велись регулярные опытные телевизионные передачи по системе электронного телевидения; в 1938 году на Шаболовке был организован Московский телецентр. Станция имени Коминтерна была самой мощной и совершенной в мире: ее мощность составляла 500 кВт. Вещание велось почти на семидесяти языках. В 2004 году радиоцентр прекратил свою работу [4, 13].

- В СССР А.Л. Минц и инженер Н.И. Оганов разработали первый отечественный разборный триод мощностью 200 кВт [4].
- Создана телевизионная система с электронной разверткой изображения – В.К. Зворыкин (США) [1].
- В.К. Зворыкин (США) разработал теорию электростатического фокусирования луча в электронно-лучевой трубке [37].
- В.К. Зворыкин выступил на конференции Института радиоинженеров США с докладом о разработанной им и его сотрудниками телевизионной системе, содержащей передающую трубку с накоплением электрических зарядов на односторонней мозаике, названную иконоскопом, и приемную трубку с электростатической фокусировкой [70].
- Советский ученый Г.В. Брауде разработал метод расчета коррекции частотной характеристики входных ламповых усилителей, позволивший улучшить отношение сигнал/шум [70].
- В СССР, США, Англии, Германии для приема телевизионных передач начинают применяться телевизоры с электронно-лучевыми трубками [70].
- Учреждение журнала «Электросвязь». Опубликована статья «О пропускной способности эфира и проволоки в радиосвязи». В статье доказаны три теоремы о том, что функции с ограниченным спектром можно представить рядом мгновенных значений, отсчитываемых через промежутки времени $\Delta t = 1/F_{\max}$, что такие функции можно переда-

вать с любой точностью при помощи чисел, следующих друг за другом через указанные промежутки, что можно непрерывно и равномерно передавать произвольные числа со скоростью $N = 2F$ чисел в секунду при помощи функции, имеющей сколь угодно малые слагаемые на частотах, больших F – В.А. Котельников (СССР).

- Дж. Шелленг (США) ввел понятие волновода (duct) при распространении радиоволн и предложил методику коррекции влияния радиуса Земли на рефракцию радиоволн [37, 60].
- 20 марта начались испытания самой мощной в то время в мире 500-киловаттной радиостанции им. Коминтерна. Автором проекта и руководителем строительства был А.Л. Минц, который впервые в практике радиопередающей техники применил блочную систему построения мощных каскадов передатчика. 1 мая станция им. Коминтерна вступила в эксплуатацию (СССР) [12].
- Экспериментальные передачи телевидения при четкости 30 строк (1200 элементов) при 12,5 кадрах в секунду ведутся в Новосибирске и Томске (СССР) [12].
- В СССР по инициативе М.М. Лобанова начаты первые работы по радиолокационному обнаружению самолетов. С 1934 года эти работы возглавили Ю.К. Коровин, П.К. Ощепков (Ленинградский электрофизический институт) и Б.К. Шембель. Первая серийная РЛС РУС-1 появилась в 1938 году в КБ, которым руководил Д.С. Стогов. РУС-1 были применены во время финской военной кампании 1939-1940 гг. [182].
- П. Макнейл создал инфракрасный локатор (*Fog-Eye*) для обнаружения айсбергов в тумане [37, 41].
- Осуществлено генерирование сигналов с частотой 30 ГГц при помощи магнетрона с расщепленным анодом [37].
- Х. Флетчер (США) из Bell Laboratories продемонстрировал стереозвучание в большой аудитории [37, 41].
- Э.Г. Армстронг (США) разработал принцип частотной модуляции и получил на него патент. Частотная модуляция позволяла избавляться от статических помех. Внедрение частотной модуляции неразрывно связано с освоением ультракоротковолнового диапазона [4, 5, 195].

- Использование волноводных линий для передачи радиотелеграфных и радиотелефонных сигналов – Д. Саусворс (США).
- Европейскими инженерами осуществлена первая передача по радиолинии микроволнового диапазона (радиорелейная линия) через Ла-Манш на расстояние около 12 миль (22 км) [4].
- В СССР под руководством Б.А. Введенского на Черном море проводились исследования распространения волн с длиной волны 60 см. Достигнута дальность 100 км. Работы производились с помощью оригинальных советских разрезных магнетронов, разработанных А.А. Слуцкиным, М.А. Слиозбергом и др. [4].
- В марте полицейский департамент Байона (штат Нью-Джерси, США) начал эксплуатацию системы двусторонней связи с патрульными автомобилями. УКВ система была создана радиоинженером Ф.А. Гюнтером и радиооператором В. Дойлом. Радиостанции, установленные в патрульных автомобилях, позволяли полицейским связываться со штабом и другими автомобилями. После успеха в Байоне двустороннее полицейское радио стало стандартным на всей территории США [4].
- 30 сентября установлен мировой рекорд полета в стратосферу. Стратостат «СССР», оборудованный самолетной радиостанцией, с высоты 19 000 м держал бесперебойную связь с землей [12].
- Установление связи между спектром мощности случайного процесса и его корреляционной функцией – А.Я. Хинчин (СССР).
- Л.А. Кубецкий (СССР) предложил проект супериконоскопа – комбинации иконоскопа с вторично-электронным усилителем, дающим усиление в миллионы раз [12].
- П.В. Тимофеевым и П.В. Шмаковым (СССР) получено авторское свидетельство на электронно-лучевую трубку с переносом изображения и разверткой электронным пучком – супериконоскоп [12, 15, 70].
- В Готтенберге (Швеция), начались эксперименты с использованием полицейской радиосвязи. С 1935 года началось регулярное использование полицейскими автомобильных радиостанций. Первоначально связь осуществлялась телеграфом на КВ, а с начала 1940-х гг. – телефоном на частотах около 40 МГц с использованием частотной модуляции [4].

1934

- Теория стохастических дифференциальных уравнений – С.Н. Бернштейн (СССР).
- Г. Фэйред путем измерения фазовых сдвигов рассчитал скорость распространения электромагнитных волн [37, 41].
- Образованная в 1934 году Федеральная комиссия по связи США (The Federal Communication Commission (FCC)) выделила для вещания четыре канала в диапазоне 30-40 МГц [37, 46].
- Е. Скотт показал, как передающая линия может быть использована в качестве частотного модулятора [37, 66].
- В июне Э.Г. Армстронг (США) продемонстрировал достоинства и отличные шумовые характеристики частотной модуляции при передаче органной музыки (сравнивались АМ и ЧМ) [4, 5].
- 26 июля Г. Маркони в Италии продемонстрировал оборудование для морской навигационной системы. Поддерживалась связь между яхтой «Элеттра» и радиомаяком в «Сестри Леванте» (Sestri Levante) на волне 63 см. Продemonстрировано, как судно может находить вход в гавань в тумане или в темноте [4, 5].
- Программа «Spiegel des Tages» (Зеркало дней) компании Reichs Rundfunk (Германия) использует мобильное телевидение для натурных съемок новостей [5].
- Разработаны первые советские радиолокационные станции непрерывного излучения (Б.К. Шембель и, независимо, Ю.К. Коровин) – [15].
- В СССР начались регулярные телевизионные передачи [4].
- Л.А. Кубецкий (СССР) разработал и испытал первый фотоэлектронный умножитель с коэффициентом усиления 1000 (трубка Кубецкого) [70].
- Л.А. Кубецкий (СССР) предложил конструкцию иконоскопа с внутренним вторично-электронным усилением видеосигнала [70].
- Советскими инженерами Б.В. Круссером и Н.М. Романовой изготовлены первые образцы советских иконоскопов. Опытные образцы иконоскопов созданы также в Ленинградском физико-техническом институте А.В. Москвиным и в Центральной радиолaborатории М.М. Федоровым и В.А. Гуровым [1, 5, 70].

- На заводе «Светлана» освоено производство приемных телевизионных трубок с электростатической и магнитной фокусировкой (СССР) [70].
- Ф. Фарнsworth (США) применил вторично-электронное усиление в диссекторе [70].
- Разработан принцип синхронного радиоприема – Е.Г. Момот (СССР) [1].
- Февраль-апрель. В течение двух месяцев на материке принимались сигналы радиостанции лагеря челюскинцев. Связь с челюскинцами была бесперебойной (СССР) [12].
- Радиотехнический завод имени Козицкого (Ленинград) приступил к выпуску приемника прямого усиления ЭКЛ-4 – одного из первых приемников, в которых приемная часть, выпрямитель и громкоговоритель были объединены в одном ящике [12].
- Группой советских специалистов во главе с А.Л. Минцем и Н.И. Становым разработана оригинальная конструкция разборной лампы, значительно превосходящая по своим параметрам имевшиеся в то время иностранные аналоги [12].
- Компания Associated Press основала службу передачи фотографий без проводов [5, 37, 44].
- Немецкий физик О. Хейл подал патентную заявку «...об электрических усилителях и других устройствах», которую можно рассматривать как теоретическое обоснование емкости, управляемой током в полевом транзисторе [35].
- В январе в Лондоне в студии ABBEY ROAD А. Блумлейн осуществил двухканальную запись музыкального произведения («Симфония Юпитера» В.А. Моцарта), используя одну дорожку винилового диска. Впервые на каждую из двух наклоненных под углом 45 градусов латеральных (боковых) сторон основной дорожки граммофонной пластинки информация поступала отдельно от микрофонов, расположенных вблизи оркестра. Предложенный метод упрощенного репродуцирования стереофонии утвердился надолго, а в последующем был принят и в магнитофонной записи звука.
- Сотрудник Морской исследовательской лаборатории США Р. Пейдж первым зарегистрировал (сфотографировал) отраженный от самолета сигнал на частоте 60 МГц [182].

1935

- В СССР Ленинградский завод им. Козицкого выпустил первую партию телевизионных приемников марки «Б-2» [5, 191].
- В Институте телевидения разработан передатчик с разверткой на 95 строк с четырехспиральным диском Нипкова и вторично-электронным умножителем (разработка О.Б. Лурье, СССР) [70].
- С.И. Катаев (СССР) выдвинул идею передачи телевидения с сокращением полосы частот видеосигнала за счет уменьшения частоты кадров (малокадровое телевидение) [70].
- В Воронеже вступил в частичную эксплуатацию новый большой завод радиоприемников «Электросигнал» [12].
- На Александровском радиозаводе начато производство радиоприемника СИ-235, завоевавшего широкую популярность у населения. Приемник был построен по схеме прямого усиления и предназначался для приема радиовещательных станций, работавших в диапазонах длинных и средних волн (СССР) [12].
- Под руководством И.Е. Горона в Октябрьском зале Дома союзов в Москве проведен первый в СССР опыт стереофонической передачи звука [12].
- Почтовое ведомство Франции начало регулярное телевидение с Эйфелевой башни [5].
- В СССР начали использоваться импульсные радиолокационные станции – П.К. Ощепков. Параллельно работы по импульсной радиолокации проводил Р. Ватсон-Ватт (Великобритания). Изготовленная им аппаратура получила сигнал, отраженный от самолета, на расстоянии 15 км [15, 182].
- Р. Ватсон-Ватт, английский ученый, потомок знаменитого физика Джеймса Ватта (Уатта), ведущий специалист в развитии секретного оружия Англии – авиационной радиолокации, запатентовал (в 1934 и 1935 гг.) устройство для обнаружения и определения местоположения приближающихся самолетов – радиолокатор или радар (RADAR – Radio Detection and Ranging). В 1937 году ученый со своей супругой под видом туристов совершили опасное путешествие по Германии с целью поиска немецких радарных станций [4].

- Разработан многокамерный магнетрон – Н.Ф. Алексеев и Д.Е. Маляров (СССР).
- В Германии начата продажа аудиоманитофонов [5].
- В марте в Италии Г. Маркони провел первую практическую демонстрацию принципов радиолокации [4, 191].
- Первый аппарат для экспериментального изучения экранного эффекта – Т. Карио (Финляндия).
- В. Гаусс, инженер германской компании «IG Farben» (впоследствии «BASF»), изготовил первую магнитную ленту на пластмассовой основе [5, 191].
- Разработка метода пространственного когерентного сложения мощностей – И.Х. Невяжский (СССР) [15].
- На Берлинской радиовыставке представлен первый магнитофон (Magnetophon) модели «K-1», разработанный немецкой компанией «BASF» в сотрудничестве с компанией «AEG». Первая «живая» магнитофонная запись на пленку осуществлена 19 ноября 1936 года на концерте Томаса Бичема. Наряду с коммерческим применением, магнитофон получил развитие в военных целях. Магнитофон «Tonschreiber A» использовался, главным образом, для записи телефонных переговоров. Первоначально он обеспечивал время записи 30, затем 60 минут. Диапазон воспроизводимых частот 50-10 000 Гц. «Tonschreiber B» применялся для быстрой телеграфной связи и голосовой радиопередачи с использованием ускоренной записи и воспроизведения. Ускоренную запись было невозможно принимать на слух, а аналогичных устройств в других странах не существовало [4].
- Испытан первый сверхпроводящий переключающий элемент [37, 41].
- Л. Вэллерс и П. Ричардс создали «магический глаз» – индикатор настройки приемника [37, 48].
- В США сооружена первая линия радиорелейной связи на 5 телефонных каналов [1, 4].
- Начался выпуск электронных ламп в металлических корпусах [4, 5].
- В ноябре Э.Г. Армстронг (США) опубликовал в журнале *Proceedings of the Institute of Radio Engineers* статью «Метод сокращения помех в радиосвязи с помощью частотной модуляции» («A Method of Reducing Disturbances in Radio Signaling by a System of Frequency Modulation»).

Публикация сопровождалась демонстрацией возможностей ЧМ. Хотя демонстрация была весьма успешной, техническое сообщество не проявило энтузиазма в отношении новой технологии [4].

- Полностью электронное телевидение покинуло стены экспериментальной лаборатории [5].
- Радиолокация получила первое коммерческое применение: во Франции фирма «Societe Francaise Radioelectrique» установила на лайнере «Нормандия» так называемый «Детектор препятствий», а в 1936 году в порту Гавра был установлен «Радиопрожектор» для обнаружения судов, входящих в гавань и покидающих ее [182].
- Разработка умножающей машины «IBM 601» – табулятора с возможностью умножения (США).
- В 1935 году молодой докторант King's College (Великобритания) А. Тьюринг знакомится с фундаментальной проблемой: возможно ли создать универсальную программу, которая в отношении любой частной определяла, заикливается последняя или нет. Тьюринг, а несколько раньше американский математик А. Чёрч сформулировали принцип, из которого следует, что такой универсальной программы не существует. Его работа «On the Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem» — «О вычислимых числах, с приложением к проблеме разрешимости» — стала классической. В 1935-1936 гг. А. Тьюринг создает теорию, которая навсегда впишет его имя в науку. Теория «логических вычисляющих машин» несколько позже войдет во все учебники по логике, основаниям математики, теории автоматов и вычислений. Именно здесь он сформулировал математическую модель, названную «Машиной Тьюринга». Хотя в физическом виде такая логическая машина не была реализована, тем не менее, все современные и, наверное, будущие компьютеры и логические устройства, работающие по программе, основаны на сформулированных Тьюрингом принципах. Любой учебник для прикладных математиков, программистов и компьютерщиков обязательно содержит ее описание.

1936

- Фирма RCA (США) запросила миллион долларов на развитие телевидения [5].
- В мире насчитывалось около 2 000 телевизоров [5].

- Компания «Би-Би-Си» в Лондоне начала регулярное телевизионное вещание (британская вещательная корпорация испытала две телевизионные системы: систему Д.Л. Бэйярда, использовавшую механический вращающийся диск, и полностью электронную систему ЭМ). Для электронной системы был утвержден стандарт: 25 картинок в секунду при 405 линиях развертки. 1 сентября 1939 года вещание было прекращено, чтобы не служить ориентиром для германских бомбардировщиков. Передачи возобновились в 1945 году после окончания войны [1, 4, 5, 29, 37, 46, 56].
- Британское почтовое ведомство (The British Post Office) приняло стандарт телевизионного вещания [5].
- Телевизионные камеры фиксировали и транслировали коронацию Георга VI с разных точек процессии и из Вестминстерского аббатства (Великобритания) [5].
- Первые пять импульсных РЛС (работали на метровых волнах) для обнаружения самолетов были установлены на юго-западном побережье Великобритании в 1936 году [182].
- Мобильная телевизионная система NBC для передачи новостей в Нью-Йорке состояла из двух автобусов – в одном находилась полевая студия, во втором – передатчик, который отправлял сигнал для ретрансляции на здание Empire State Building (США) [5].
- Начала регулярную работу первая советская ионосферная станция при Томском университете [12].
- Создан первый отечественный автомобиль с радиоприемником – ЗИС-101 [12, 13].
- На Александровском заводе начат серийный выпуск приемника СВД-1 – всеволнового супергетеродина первого класса. За ним последовала модернизированная модель СВД-М и, наконец, приемник СВД-9, получивший наиболее широкое распространение. Приемник имел отличные по тем временам параметры: чувствительность не хуже 40 мкВ, избирательность -20 дБ. СВД-9 отличало от своих собратьев хорошее качество звучания, чему способствовали отработанная схема усилителя НЧ с тонкоррекцией и удачная конструкция громкоговорителя (СССР) [12].
- Советский ученый А.В. Москвин разработал сульфидные люминофоры с белым свечением для приемных телевизионных трубок [70].

- Советские специалисты Б.В. Круссер и И.Ф. Песьяцкий создали первые образцы передающей трубки с переносом изображения – супериконоскопа [70]
- Телевизионная трансляция с Олимпийских игр в Берлине. Фирма «Телефункен» организовала телевизионные репортажи с Берлинских Олимпийских игр в просмотровые залы в немецких городах.
- В Германии компанией «Deutsche Reichspost» был установлен первый видеотелефон, соединяющий Берлин и Лейпциг [4, 191].
- На Воронежском заводе «Электросигнал» впервые освоено конвейерное производство шестилампного супергетеродинного радиоприемника 6Н-1, ставшего наиболее массовым приемником в предвоенные годы (СССР) [12].
- В июне под Киевом закончилось строительство длинноволновой 100-киловаттной радиовещательной станции [12].
- Принят телевизионный стандарт США – 441 строка развертки, стандарт Post and Telecommunication Authority, во Франции – 455 строк [5].
- Американцами Р. Колвеллом и А. Френдом были зафиксированы отражения радиоимпульсов от турбулентных и инверсионных слоев в тропосфере [182].
- Макет американской РЛС, работавший на частоте 80 МГц, обнаружил самолет на расстоянии 65 км (в 1937 году немцами была достигнута дальность 35 км). 2 июля 1936 года в США была изготовлена первая небольшая РЛС, работавшая на частоте 200 МГц, которая в апреле следующего года была установлена на борту эсминца «Лири». РЛС получили название РАДАР (прибор для радиопеленгации и измерения). На базе данной РЛС в 1938 году была разработана модель ХАФ, прошедшая широкие бортовые испытания в 1939 году (прототип модели 1940 года СХАМ установленной на 19 военных кораблях) [182].
- Схема автоматической подстройки частоты (АПЧ) использовалась в большинстве выпускаемых радиоприемников [4, 5].
- Популярной стала система «Automatic Tuning» – кнопки фиксированной настройки [4, 5, 191].
- Английский инженер П. Айслер изобрел печатную схему [37, 65].
- На частоте 200 МГц впервые наблюдались радиолокационные отражения на расстоянии 12 миль при использовании дуплексной системы с общей антенной для передачи и приема [37, 60].

- Г. Уилер (США) использовал две компланарные полосы, образующие искусственную длинную линию с малыми потерями, которую можно было смотать в виток для уменьшения размера [37, 67].
- На основе более ранних разработок Саусворта из фирмы Bell Labs Г. Фрис и А. Бек (США) изобрели рупорную антенну с двойной поляризацией в диапазоне 2-10 ГГц [37].
- У. Доэрт из Western Electric's Bell Labs (США) предложил концепцию ШИМ усилителя мощности с повышенным коэффициентом полезного действия [95]. К 1940 году Western Electric's использовала эту концепцию при создании 35 коммерческих радиостанций мощностью 50 кВт каждая.
- Ч. Райсом (США) из корпорации General Electric была разработана и запатентована радиолокационная система, которая могла работать как в импульсном, так и в непрерывном режиме. Она позволяла измерять и координаты, и скорость цели.

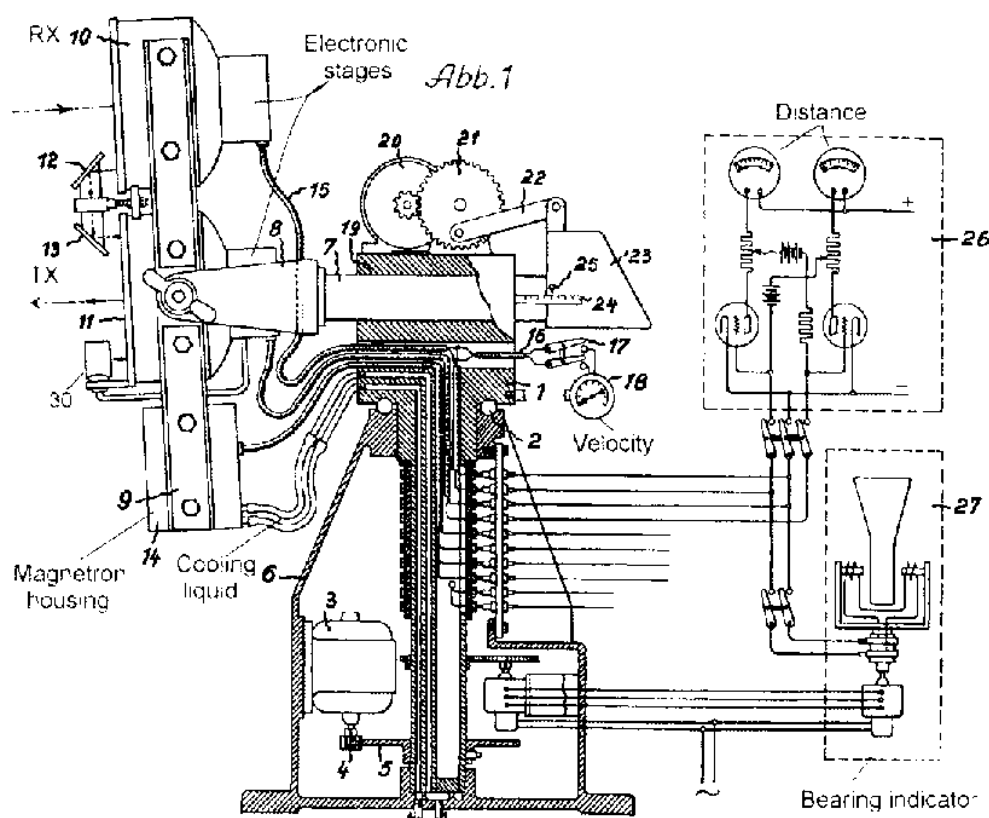


Схема радара Ч. Райса с комбинированным (импульсным и непрерывным) режимом работы из патентной заявки 1936 года

- Фирма BASF выполнила первую коммерческую запись на пленку [37, 44].

- Р. Фостер и С. Сили создали детектор частотно-модулированных колебаний (дискриминатор) [37, 48].
- 17 ноября в Москве начала работать ультракоротковолновая радиовещательная станция РВ-81 (длина волны 8,219 м) [12].
- Ленинградский завод «Светлана» освоил выпуск приемно-усилительных радиоламп с октальным цоколем по американским образцам, и радиоприемники СССР с этого времени вплоть до 1950-х годов, когда были освоены «пальчиковые» лампы, строились именно на этих «классических» лампах [195].

1937

- В СССР завершилась разработка первого телевизионного радиопередатчика. С июня 1938 года он испытывался на Опытном Ленинградском телевизионном центре. Начались пробные передачи Ленинградского (240 строк) и Московского (343 строки) телецентров [70].
- Учеными Г. Фрисом и К. Фельдманом создана первая управляемая приемная антенная решетка MUSA (США) [1, 8, 37].
- А.Ф. Иоффе совместно с Я.И. Френкелем исследовали контактные явления на границе металл – полупроводник. Ими объяснялось выпрямляющее свойство такого контакта в рамках теории туннельного эффекта, получившей развитие 40 лет спустя при описании туннельных эффектов в диодах (СССР).
- Г.В. Брауде (СССР) разработал безлучевую передающую телевизионную трубку мгновенного действия для передачи кинофильмов. Сделал заявку на «Катодную передающую телевизионную трубку» с двусторонней емкостной мишенью и расположенной перед ней мелкой сеткой. [70].
- Учреждение журнала «Радиотехника» (СССР).
- Развертывание на дрейфующей станции «Северный полюс-1» коротковолновой радиостанции (СССР).
- Радиопромышленность освоила производство типовых передатчиков мощностью 2,5; 20 и 150 кВт, предназначенных для организации местного, областного и республиканского вещания (СССР) [12].
- К концу 1937 года в СССР действовало 80 радиовещательных станций общей мощностью 1997,5 кВт, 3423 тысячи радиотрансляционных точек, 321 тысяча радиоприемников [12].

- В Ленинградском Физико-техническом институте под руководством Ю.Б. Кобзарева был разработан импульсный метод радиолокации [182].
- Американский астроном Г. Ребер построил первый параболический радиотелескоп. В 1944 году Г. Ребер и английский радиоастроном Джеймс Хей независимо друг от друга, открыли радиоизлучение Солнца на волне 187 м [172].
- Дж. Штибитц, сотрудник компании Bell Laboratories, подразделения фирмы АТ&Т, в домашних условиях создал первую в США электро-механическую схему, выполняющую операцию двоичного сложения – двоичный сумматор. Работа устройства базировалась на положениях логики Буля, а роль логических вентилях в нем играли электро-механические реле. Двоичный сумматор Штибитца является в настоящее время неотъемлемой частью любого цифрового компьютера [1,37].
- Статья «О вычислимых числах» – А. Тьюринг (Великобритания) [1].
- 6 мая из Лейкхаста, штат Нью-Джерси, в прямом эфире транслировался радиорепортаж с места аварии одного из самых больших (длина 245 м) дирижаблей «Hindenburg». Дирижабль был построен в Германии, на его счету было 10 трансатлантических рейсов. Сгорел при посадке. Погибло 35 человек (США) [4, 119].
- В Нидерландах разработана первая подвижная радиостанция «NSF DR38A». Поступила в серийное производство в 1939 году. Диапазон 66-75 МГц, выходная мощность 4-5 Вт. Передатчик работал на фиксированной частоте, приемник мог перестраиваться [4, 119].
- В Великобритании в телефонии используется коаксиальный кабель для передачи сигналов на 12 несущих частотах [37, 56].
- Дж. Вудьярд создал частотный детектор на базе искусственной длинной линии и генератора с автоматической синхронизацией [37, 66].
- В Германии предложена конструкция иконоскопа с полупроводящей мозаикой [70].
- К концу года американская компания GE изготовила по заказу Э.Г. Армстронга первые 25 приемников для приема ЧМ передач в районе Нью-Йорка. Аппараты по цене \$400 были первыми ЧМ приемниками промышленного изготовления [4, 119].
- В США физик-изобретатель Р. Вэриан и физик-экспериментатор, летчик С. Вэриан вместе с американским физиком В. Хансеном изобрели пролетный усилительный клистрон [1, 8, 37, 41].

- Р. Фриман и Дж. Шантц создали видеочастотный (широкополосный) усилитель [37, 66].
- Дж. Дэй и Дж. Рассел (США) создали звуковой усилитель класса В с отрицательной обратной связью [37, 66].
- Британский радиоинженер А. Ривз, работая в Париже, изобрел импульсно-кодировую модуляцию для цифрового кодирования речевых сигналов. В следующем году он получил патент во Франции, а в 1939 году – в Англии. Третий патент он получил в США. Во время Второй мировой войны предложенная им техника применялась для кодирования секретной информации. После войны американское военное ведомство использовало технику кодирования в 24-канальной системе. Однако для настоящего расцвета применения техники импульсного кодирования потребовалось изобретение транзисторов и интегральных схем [1, 37, 46, 68].
- Г. Айкен (США) опубликовал работу под названием «Предлагаемая автоматическая счетная машина», где описал машину в виде коммутационной доски, на которой смонтированы различные узлы вычислительной машины, причем каждая панель коммутационной доски предназначалась для выполнения определенных математических операций. В 1939 году был подписан контракт, по которому фирма IBM с финансовой поддержкой военно-морского ведомства США бралась за создание машины Айкена. Спустя семь лет, в мае 1944 года, машина, получившая название «Марк-1», вступила в строй. Реле, счетчики, контактные устройства, печатающие механизмы, устройства для ввода перфокарт и перфорирующие устройства, используемые в машине, были стандартными частями табуляторов, выпускаемых в то время фирмой IBM [37, 44].

1938

- В. Шоттки, немецкий ученый, создал теорию, объясняющую выпрямительные свойства контактов металл – полупроводник, которые зависели от барьерного слоя на поверхности контакта между двумя материалами. Позднее на основе этой теории стали изготавливаться металлические полупроводниковые диоды, названные «диодами с барьером Шоттки» [4, 172].
- Г. Скотт (Hermon Hosmer Scott) (США) описал резонанс в параллельной LRC-цепи [37, 57].

- Г. Олсон из фирмы RCA создал многовитковый многорупорный громкоговоритель (США) [37, 58].
- Анализатор спектра с собственной разверткой был использован для измерения глубины модуляции [37, 41].
- Институт радиоинженеров (IRE) опубликовал стандарты на передатчики, приемники и антенны [37].
- В. Хансен (США) создал объемный резонатор [37].
- Е. Шаффи (США) определил оптимальную нагрузку усилителей класса В [37, 48].
- А. Прейсман создал катодный повторитель [37, 66].
- Дж. Филбрик (США) осуществил промышленное внедрение операционных усилителей в собственной компании G.A. Philbrick Researches (GAP/R), хотя заслуга создания этих усилителей принадлежит молодому инженеру Колумбийского университета Лебе Жули [1].
- Создание активных RC-фильтров – Х. Скотт (США).
- Американец К. Шеннон описал работу электрических переключающих схем с использованием булевой алгебры [37].
- Изобретен триггер О. Шмитта [37, 58].
- В августе вступила в строй коротковолновая 120-киловаттная станция РВ-96. По мощности и другим показателям она заняла первое место в мире среди подобных станций. На станции была применена оригинальная система сложения мощностей в эфире, предложенная И.Х. Невяжским, и широкодиапазонные антенны, разработанные А.Л. Минцем. Передачи радиостанции РВ-96 принимались далеко за пределами СССР [12, 15].
- В сентябре в Ленинграде начал работать первый советский телевизионный передатчик, в котором для передач кинофильмов применялась оригинальная электронная система советского изобретателя Г.В. Брауде [12].
- В октябре пущен в опытную эксплуатацию Московский телевизионный центр [12].
- Начались регулярные передачи Ленинградского и Московского телецентров с электронной разверткой изображения [15].
- На Александровском радиозаводе была создана в единственном экземпляре телевизионная установка ДТП (СССР) [12].

- На Александровском радиозаводе начат выпуск приемника МС-539 – пятилампового супергетеродина – и усовершенствованного радиоприемника СВД (СВД-10), массовому производству последнего помешала война (СССР) [12].
- Книга «Аналитические методы теории вероятностей» – А.Н. Колмогоров (СССР).
- Ч. Карлсон (США) изобрел ксерографию: было получено первое электро-фотографическое изображение (ксерокопия). Коммерциализация этого изобретения происходила с огромными трудностями. В 1947 году Голлойд купил права на изобретение и предложил ксерокс, для которого требовалась специальная бумага. В 1959 году модель 914 ксерокса обеспечила коммерческий успех [1, 5].
- Выход первых томов «Курса теоретической физики» – Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц (СССР).
- Г. Хьюз (США) пролетел вокруг света, поддерживая связь по радио [4, 5].
- Ал Гросс, американский изобретатель, ученый и радиолобитель, изобрел «walkie-talkie» – портативную радиостанцию для ведения переговоров в движении. Радиостанция собралась на миниатюрных электронных лампах и работала в диапазонах 200 и 300 МГц. В 1941 году Гросс разработал комплект оборудования для связи между самолетами и землей. Наземная радиостанция «Joan» и бортовая – «Eleanor» позволяли поддерживать радиосвязь между собой таким способом, что переговоры было практически невозможно перехватывать, даже в тылу врага. Использовались для связи агентов в Германии с американскими самолетами. В конце 1943 года Гросс встретился с Армстронгом, ознакомился с принципом регенерации и в дальнейшем применил этот принцип в своих разработках, как в передатчике, так и в приемнике. В 1950 году Гросс продемонстрировал перед FCC возможности использования ручной радиостанции в качестве «беспроводного удаленного телефона», который стал прототипом системы персонального вызова (пейджинг). В сентябре 1958 года оборудование, производимое компанией «Citizens Radio Corporation», первым в США получило одобрение FCC для использования в диапазоне 27 МГц, в настоящее время известном как «Гражданский диапазон». Работы изобретателя проложили путь к пейджерам, беспроводным и сотовым телефонам [4].

- Д.Л. Бэйярд (Великобритания) упорно продолжает трансляцию механического цветного телевидения (несмотря на существование полностью электронного), теперь уже на большой (9х12 футов) экран, из Dominion Theatre и Crystal Palace в Лондоне [5].
- В. Фляйхсиг создал трубку с затеняющей маской (the shadow mask tube) для цветного телевидения [5].
- Советским инженером И.Х. Невяжским разработана система сложения мощностей радиопередающих станций в эфире [8].
- К концу года был выпущен первый коммерческий приемник ЧМ сигналов. Модель «REL 517» была произведена в количестве около 300 шт. Приемник весил 45 фунтов (20,5 кг) и предлагался по цене \$315. Первые два приемника были отправлены в Американскую федеральную комиссию связи (FCC) для мониторинга эфира [119].
- В 1938 году появилась первая действующая разработка К. Цузе (Германия), названная им Z1. Это был двоичный механический вычислитель с электрическим приводом и ограниченной возможностью программирования при помощи клавиатуры. Результат вычислений в десятичной системе отображался на ламповой панели. В 1940 году К. Цузе при поддержке Исследовательского института аэродинамики, который использовал его работу для создания управляемых ракет, построил доработанную версию вычислителя – Z2 на основе телефонных реле. В отличие от Z1, новая машина считывала инструкции с перфорированной 35-миллиметровой киноплёнки. Она тоже была демонстрационной моделью и не использовалась для практических целей. В этом же году К. Цузе организовал компанию Zuse Apparatebau для производства программируемых машин. В 1941 году К. Цузе создал уже более совершенную модель – Z3, которую сегодня многие считают первым реально действовавшим программируемым компьютером [107-109].

1939

- Советским ученым А.А. Пистолькорсом предложен шлейф-вибратор [8].
- Пущен в эксплуатацию первый в мире телевизионный вещательный узел в жилом доме в Москве (Петровский бульвар, 17), где изображение, принятое одним высококачественным приемником, передавалось по проводам на 30 точек. Узел был разработан лабораторией телеви-

дения НИИ связи (Р.И. Бударов, В.Н. Горшунов, И.Я. Сытин и др.) [12, 13, 70].

- В СССР на базе бывшего завода Морского ведомства разработаны и запущены в производство первые отечественные радиолокационные станции «Ревень» и «Редут» [4].
- Во Всесоюзном телевизионном институте Н.М. Романовой разработаны и испытаны опытные иконоскопы с мозаикой на полупроводящем стекле [70].
- А.С. Бучинский (Всесоюзный телевизионный институт) закончил разработку приемной телевизионной трубки простой конструкции с магнитной фокусировкой и магнитным отклонением электронного луча для массового телевизора [70].
- В СССР Всесоюзный институт радиотехники (ВНИИРТ) в предельно сжатые сроки разработал импульсную РЛС обнаружения дальнего действия «Редут-40». В июле 1940 года РЛС была принята на вооружение под шифром РУС-2. До начала войны было изготовлено 10 комплектов станции. 22 июля 1941 года под Можайском РУС-2 обнаружила приближение более 200 немецких бомбардировщиков. Истребительная авиация и зенитная артиллерия своевременно отразили налет, к Москве прорвались лишь единичные самолеты [102].
- На самолетах устанавливаются радары-перехватчики, работающие на частоте 200 МГц [37, 60].
- В Германии выпущены первые стеклянные кинескопы с прямоугольным экраном [70].
- Швейцарский инженер Ф. Фишер изобрел проекционную электронную установку «Эйдофор» для приема телевидения на большой экран [70].
- А. Роз и Х. Джеймз из RCA (Radio Corporation of America) создали *ортикон* – передающую телевизионную трубку с накоплением зарядов и разверткой пучком медленных электронов (США) [37, 41, 70].
- Отрицательная обратная связь позволила создать анализатор спектра с изменяющейся избирательностью [37].
- А.Н. Колмогоров (СССР) разработал методику линейного предсказания для стохастических процессов с дискретным временем [37, 68].

- Ф. Смит (США) предложил круговую диаграмму, предназначенную для определения комплексных сопротивлений нагрузки линии по значениям коэффициента бегущей или стоячей волны и фазы коэффициента отражения. Диаграмма Вольперта-Смита названа в честь американского инженера Ф. Смита и советского ученого А.Р. Вольперта, предложивших диаграмму независимо друг от друга. Это фото Ф. Смита предоставлено его женой и является единственным опубликованным [95].



- Л. Эспеншид запатентовал в США ЧМ альтиметр [37, 51].
- Молодые инженеры У. Хьюлет и Д. Паккард (США) организовали компанию «Hewlett Packard» – в дальнейшем всемирно известная электротехническая компания по производству измерительного, компьютерного, коммуникационного и тому подобного оборудования. Начальный капитал состоял из займа в 538 долларов, выданного учителем Хьюлета Ф. Терманом, и последующего банковского займа в 1000 долларов. Размещалась «фирма» в гараже на территории съемной квартиры Паккарда [4, 119, 194].
- У. Хьюлет (США) подал патентную заявку на генератор колебаний (патент был получен в январе 1942 года).

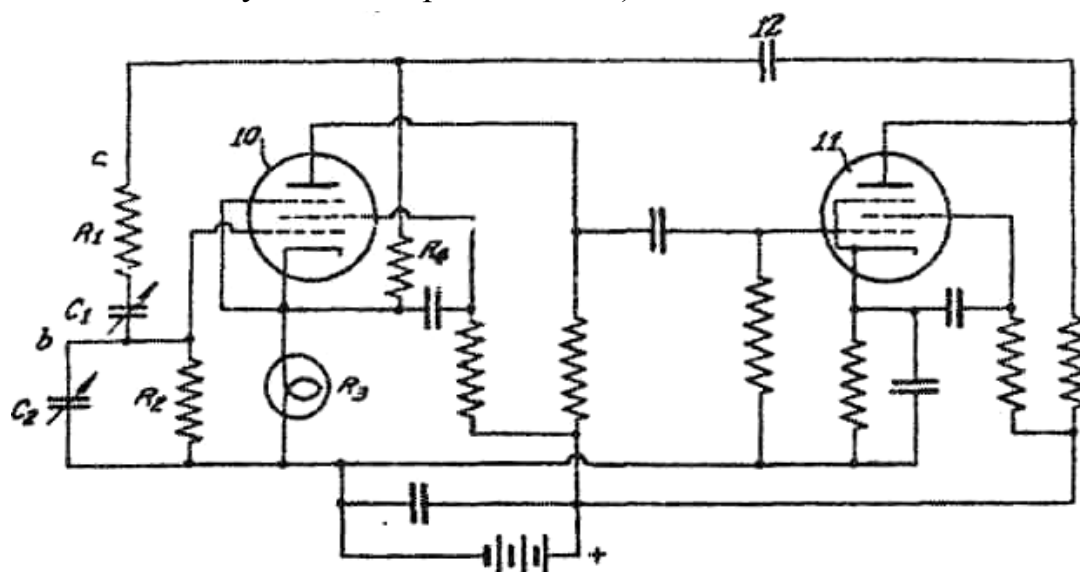


Рисунок из патентной заявки Б. Хьюлета

Новшеством в схеме генератора было наличие лампы накаливания в катодной цепи одной из ламп, играющей роль сопротивления, которое

изменялось при изменении катодного тока, регулируя глубину отрицательной обратной связи и поддерживая постоянство выходного напряжения при минимальных искажениях [194].

- В университете Айовы (США) Дж. Атанасов и К. Бери построили первую электронную цифровую вычислительную машину [78]. Свою концепцию современной машины Дж. Атанасов сформулировал еще в 1937 году, а в 1939 году опубликовал окончательный вариант: компьютер будет использовать электричество и достижения электроники; его работа будет основана на двоичной, а не на десятичной системе счисления; основой запоминающего устройства послужат конденсаторы, содержимое которых будет периодически обновляться во избежание ошибок; расчет будет проводиться с помощью логических, а не математических действий. В ноябре 1939 года появились наброски компьютера Атанасова-Берри – ABC (Atanasoff-Berry Computer). Проектирование и конструирование компьютера осуществлялось с конца 1939 года до середины 1942 года. Машина была сконструирована с единственной целью – для решения больших систем линейных алгебраических уравнений (до 30×30). В ней использована двоичная арифметика, длина слова составляла 50 бит. Основным методом решения (метод Гаусса) заключался в последовательном исключении коэффициентов из пар уравнений с тем, чтобы сократить первоначальную квадратную матрицу до треугольной. Результаты хранились на специальных перфокартах, каждая из которых содержала тридцать 50-разрядных двоичных чисел. Эти перфокарты затем снова считывались машиной на последующем этапе процедуры. Перфокарта перфорировалась или считывалась в течение одной секунды, но вставлять ее надо было вручную. Имелось 30 идентичных арифметических устройств, которые по существу были двоичными сумматорами. Машина могла решать 29 уравнений с 29 переменными. Одна из частей ABC – арифметическая часть была апробирована в 1942 году и дала Атанасову уверенность в том, что компьютерный проект в значительной степени был уже закончен. Но ABC никогда фактически не использовалась. Тем, которые заявляли, что ABC не работал, Атанасов отвечал: «Для меня достижением являются выдвинутые идеи. Как только вы получаете идеи, любой может воспользоваться ими». В 1983 году

Джон Винсент Атанасов праздновал свое 80-летие. На праздничной церемонии в университете штата Айова демонстрировался барабан запоминающего устройства – единственная часть, сохранившаяся от первого электронного компьютера ABC [1, 37, 46, 78, 113, 114].

- В сентябре А. Тьюринг (Великобритания) создает дешифровальную машину, которая покончила с «Энигмами» в 1942 году. В конце 1945 года А. Тьюринг предлагает проект «АСЕ (*Automatic Computing Engine*)» машины, способной производить серию логических операций, следуя командам, записанным в памяти [37].
- Концепция научно-технической революции – Дж. Бернал (Великобритания).
- Книга «Тензорный анализ сетей» – Г. Крон (США).
- Г. Бут, британский физик, и Д. Рэндалл, британский биофизик, в лаборатории Бирмингемского университета создали магнетрон, позволяющий вырабатывать ВЧ радиоимпульсы большой мощности (100 кВт на длине волны 10 см). Созданный на базе ранних (двадцатых-тридцатых годов) работ, магнетрон Рэндала-Бута был тайно вывезен в США, где стал ключевым узлом радиолокационной системы. Разработка способствовала развитию микроволновых радаров, работающих на сверхвысоких частотах, созданию лазера, позже – нагревателей микроволновых печей (1946). Радарные системы, разработанные в конце 30-х годов, сыграли важную роль во время Второй Мировой войны в воздушных сражениях над Великобританией с августа по октябрь 1940 года. Гитлеровской «Люфтваффе» не удалось захватить господство в небе над Великобританией. В дальнейшем магнетроны и радарные системы активно разрабатывались в США компанией «Raytheon Manufacturing Company» [4].
- В Великобритании начала работать первая цепь радарных станций на южном и восточном побережьях для обнаружения агрессоров в воздухе или на море [4, 119].
- Э.Г. Армстронг (США) завершил создание 50-киловаттной передающей системы для ЧМ радиовещания и начал регулярные радиовещательные передачи в Нью-Йорке и Новой Англии. Качество звука ЧМ передач было более высоким по сравнению с записями фонографа и немецких магнитофонов [4, 5].

- Американский ученый Р. Ол исследовал полупроводники в компании «Bell Labs». Случайно обнаружил p-n барьер в кремнии – дефект, который приводил к возникновению тока в кремниевом кристалле, когда на него попадал свет. В 1940 году открытие было продемонстрировано руководству компании. Оно стало основой создания солнечных элементов. В 1946 году Ол запатентовал фотогальванические компоненты как «светочувствительные элементы» [4, 190].
- 30 апреля Франклин Д. Рузвельт выступил по телевидению, став первым президентом, появившимся на экране. Передачу смотрели тысячи участников Нью-Йоркской всемирной ярмарки [5].
- Первая демонстрация бейсбольного матча по телевидению [5].
- Начало вещания радиостанции Australia Calling (позже стала называться Radio Australia) [5].
- Конец механического телевидения [5].
- В Японии, после слияния компаний «Shibaura Engineering Works, Ltd.» и «Tokyo Electric Company, Ltd.», основана компания «Tokyo Shibaura Denki Kk», с 1978 года – «Toshiba». Крупная японская компания по изготовлению электротехнической и электронной продукции для населения и промышленности. Штаб квартира в Токио [119].
- В США начата рассылка ежедневных газет по радио-факсу. Для проведения эксперимента более 1000 домов были оборудованы факсимильными приемниками, печатающими утренние газеты [119].

1940

- Аппарат Стибиза (США) стал использоваться для вычислений в управлении Bell. При помощи телетайпа он был связан с отдаленными отделениями компании, что позволяло их сотрудникам пользоваться калькулятором на расстоянии [1].
- Изобретение отражательного клистрона, ставшего основой для развития радиолокационных систем сантиметрового диапазона – Н.Д. Девятков, Е.Н. Данильцев, И.В. Пискунов, В.Ф. Коваленко (СССР) [1, 8, 15].
- Разработана и изготовлена корабельная РЛС «Редут-К». Установлена в апреле 1941 года на крейсере «Молотов» Черноморского флота. Участвовала в боевых действиях в районе Севастополя, а затем в районах Туапсе и Поти – (СССР) [102].

- Начато серийное производство первой импульсной радиолокационной станции дальнего обнаружения самолетов РУС-2 («Редут»), разработкой которой с 1935 года занимались П.А. Погорелко и Н.Я.Чернецов (СССР). Во время Великой Отечественной войны было развернуто производство портативных РЛС «Пегматит» [182].
- Н.Ф. Алексеев и Д.Е. Маляров (СССР) опубликовали в Журнале технической физики описание многорезонаторного магнетрона для генерации мощных колебаний в сантиметровом диапазоне. [15]
- 27 мая начала регулярные передачи московская радиовещательная станция РВ-84. С ее пуском стали передаваться три самостоятельные радиовещательные программы [12].
- На радиозаводе в Минске начался выпуск супергетеродинных приемников «Пионер», КИМ» и «Маршал» [12].
- В Хартфорде (Hartford), штат Коннектикут, полиция начала использовать двустороннюю систему ЧМ связи (30-40 МГц) организованную в масштабах штата. Система была разработана Д.Е. Ноблем (США) из Университета штата Коннектикут и специалистами «Fred M. Link Company» [4].
- А. Альфорд и А. Канодиан изобрели УКВ петлевую антенну [37].
- Военное ведомство США приняло слово *радар* для обозначения устройства, принимающего радиоэхо [37, 60].
- М. Кросби измерил девиацию частоты при частотной модуляции [37].
- М. Вальд предложил использовать для подавления шумов в приемниках ограничитель амплитуды [37].
- С. Карнахан применил частотную модуляцию в телевидении [37, 41].
- С. Ловелл и Д. Паркинсон (США) из Bell Laboratories предложили осуществлять наведение огнестрельных орудий с помощью вычислительных машин [37, 41].
- Х. Флетчер (США) из Bell Laboratories продемонстрировал стереофоническое воспроизведение речи и музыки, сопровождающих кино [37, 41].
- С. Стронг применил усилитель на лампе с заземленной сеткой [37].
- Компания «Motorola» разработала портативную радиостанцию двусторонней связи для армии США. Переносная малогабаритная

(«Handie-Talkie») АМ радиостанция стала символом американской армии во время Второй Мировой войны [4].

- П. Голдмарк (США) использовал для ежедневного вещания систему цветного телевидения (343 строки), использующую три дисковых фильтра (красный, зеленый и синий), вращающихся перед камерой – электронная развертка и механическое цветоделение. В 1941 году работы были приостановлены в связи с вступлением США в войну и отсутствием парка приемников [2, 5, 29].
- Федеральная комиссия по связи США (FCC – Federal Communication Commission) решила, что звуковое сопровождение в телевидении будет осуществляться частотно-модулированным сигналом, на чем упорно настаивал Э. Армстронг [5].
- А.С. Бучинский (СССР) предложил применять в приемных трубках ионную ловушку для устранения ионного пятна на экране [70].
- П.В. Кузнецов в Телевизионном институте разработал советский образец ортикаона [70].

1941

- После начала Великой Отечественной войны по указанию ГКО основные мощные радиовещательные ДВ, СВ и КВ станции г. Москвы были эвакуированы в восточные районы страны. В связи с этим центральное вещание было полностью переведено на короткие волны и осуществлялось через ряд передатчиков мощностью от 3,5 до 10 кВт [12].
- В Северной Америке принят стандарт телевидения – 525 строк и 30 кадров в секунду [5].
- В США была протестирована первая цветная телевизионная программа [70].
- Образован институт, на базе которого впоследствии создано Научно-производственное объединение «Дальняя связь» (СССР).
- Разработан способ фильтрации, положивший начало диапазонно-кварцевой стабилизации частоты генераторов – В.И. Юзвинский (СССР) [15].
- Компания «Bell Labs» закончила испытания радара для военного флота США (начаты в 1939 г.). Во время испытаний с вершины холма на побережье Нью-Джерси отслеживались передвижения судов. «Mark I»

стал первым промышленным радаром, установленным на американском военном корабле [4].

- Начало использования РЛС для метеорологии. С помощью 10 см радара были обнаружены грозовые облака на дальности 13 км (Великобритания).
- Образован Ленинградский авиационный институт, впоследствии Санкт-Петербургская академия и университет аэрокосмического приборостроения.
- Компания «Siemens & Halske» изготовила германиевый диод [37, 69].
- Р. Ол (США) изготовил кремниевый диод [37, 69].
- Дж. Скафф (США) запатентовал применение кремния n- и p-типа.
- Д. Гриффин (США) доказал, что летучие мыши и дельфины используют принцип ультразвуковой эхо-локации. Летучие мыши излучают ультразвуковые сигналы, модулированные треугольными импульсами длительностью примерно 2 мсек с частотой повторения от 5 до 60 Гц (несущая частота изменяется в пределах (39-78) кГц). Уши мыши являются направленными антеннами и позволяют обнаружить препятствия на расстоянии до 5 см [37, 60, 70].
- А. Блюмлейн (США) запатентовал принцип щелевой цилиндрической антенны [37, 41].
- В. Голдуин создал двухтактный усилитель с непосредственной связью и инвертирующей обратной связью [37, 48].
- Государственный союзный завод № 327 эвакуируется в г. Красноярск. Заводу в Красноярске присваивается № 327, он специализируется на выпуске радиомаяков, а позднее систем связи. Были разработаны серийный круговой радиомаяк с гониометром «Колба» (1947 год), авиационный приводной радиомаяк ПАР-7 «Груша», морские круговые радиомаяки КРМ-100, КРМ-250 и секторные радиомаяки СРМ-100, СРМ-250 (1949 год), всерный радиомаяк ВРМ-5 «Веер» (1950 год), авиационный приводной радиомаяк ПАР-3Б «Ангара» с приемником ПРМ-49 «Волхов», стационарный вариант кругового радиомаяка «Енисей Е12» (1951 год), авиационный приводной радиомаяк ПАР-8 (ПАР-8С, ПАР-8СС) (1954 год), морская радионавигационная система высокой точности «Луга» (1958 год), двухпрограммный УКВ-ЧМ вещательный передатчик «Дождь-2» мощностью 2,5 кВт (1959 год), телевизионный

передатчик «Якорь» мощностью 5 кВт (1963 год), станция тропосферной связи «Корвет», авиационные приводные радиомаяки АПР-7 и АПР-8, магистральный однополосный КВ-передатчик «Снежинка» мощностью 1 кВт, системы РУП МБР 8К75 «Дождь-3», «Дождь-4» (1965 год), морская фазоразностная навигационная система «Кашалот» (БРАС, БРАС-3, БРАС-3С) (1969 год), стереофонический возбуждатель к передатчику «Дождь-2» (1975 год), станции тропосферной связи «Резонер» (Р-412АМ, Р-412СМ) (1983 год), цифровая станция тропосферной связи «Бриг-2А» (1984 год), станция тропосферной связи «Резонер» (1995 год), морская радионавигационная система высокой точности «Крабик-БМ» (2002 год), перевозимая станция спутниковой связи «Легенда-МДЗ» (2003 год), мобильные станции спутниковой связи «Ливень-ОВ», «Легенда-МД1» и цифровая высокоскоростная помехозащищенная станция тропосферной связи «Сосник-4» (Р-423-АМК) (2005 год), высокоскоростная помехозащищенная станция тропосферной связи «Сосник-4ПМ» (2007 год). В 1966 году была начата разработка станций спутниковой связи Б40, Б41, Б51 стационарного и мобильного вариантов, предназначенных для оборудования узлов связи воинских частей, и разработка унифицированного семейства шестиканальных станций тропосферной связи «Торф». В 1977 году начата разработка цифровой станции тропосферной связи «Бриг-2А» (Р-423-2А), в 1986 году – разработка семейства многоканальных станций спутниковой связи типа Р441-У, Р441-УС, Р441-О, Р441-ОС, Р441-ОК, Р439, Р439 БК, Р439 К, Р793 с автоматизированной системой управления, с использованием новейших достижений науки и техники, современных технологий, материалов и комплектующих изделий. Станции использовали два диапазона частот и были предназначены для работы в составе единой системы спутниковой связи первого этапа. В 1989 году началась разработка станций тропосферной связи гражданского назначения «Геолог» в автомобильном и стационарном вариантах (Р-412АМГ, Р-412СМГ). В 1991 году началась разработка (совместно с КГТУ) опытных приемоиндикаторов системы ГЛОНАСС первого поколения (МРК-2, МРК-3, МРК-3М), в 2003 году – морской радионавигационной системы «Спрут», в 2007 году – комплекса станций спутниковой связи следующего поколения, в 2008 году предприятие начало разработку уг-

ломерного приемоиндикатора спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS МРК-101 .

1941-1942

- А.Д. Блумлейн участвовал в разработке радара для «слепого» бомбометания для британских ВВС. Радарная система под кодовым названием «H2S» была наиболее секретной разработкой периода Второй Мировой войны. 7 июня 1942 года бомбардировщик «Halifax» с единственным опытным образцом системы «H2S» на борту потерпел аварию в Бикноре (Уэллс). Погибли все находившиеся на борту ученые и члены экипажа, в том числе и Блумлейн. Несмотря на утрату, проект «H2S» был доведен до конца. Радарная система дала возможность наводчикам находить заданные цели и наносить бомбовые удары с недостижимой прежде точностью [4].

1941-1945

- Во время Второй Мировой войны Р. Райнс (США) служил офицером сигнального корпуса, побывал на европейском и тихоокеанском театрах военных действий. Во время войны он изобрел технологию микроволновой модуляции и сканирования, использованную для создания сверхсекретной американской системы раннего предупреждения о ракетной атаке. Гораздо позже на базе его разработок была создана технология микроволнового наведения ракет Patriot, впервые примененных во время войны в Персидском заливе в 1991 году.

1941- 1960

- В 1941 году по контракту с IBM молодым гарвардским математиком Г. Айкеном и еще четырьмя инженерами этой компании на основе идей англичанина Ч. Бэббиджа построен первый американский программируемый компьютер «Марк I» (вычислитель, управляемый автоматическими последовательностями). Прессе Марк-1 был представлен в августе 1944 г. В качестве переключательных устройств в машине Айкена использовались простые электромеханические реле; инструкции (программы обработки данных) были записаны на перфоленте. Данные вводились в машину в виде десятичных чисел, закодированных на перфокартах фирмы IBM. Марк-1, достигавший в длину почти 17 м и в высоту более 2,5 м, содержал около 750 тыс. деталей, соединенных проводами общей протяженностью около 800 км. Компьютер по тем временам работал очень быстро – на сложение и вычи-

тание двух чисел у него уходило 0,3 с и на умножение 3 с. В 1944 году «Марк-1» имел признаки современных компьютеров, в частности, разделение времени выполнения операций, при этом не возникало конфликтных ситуаций различных устройств, при программировании широко использовались подпрограммы. За первые три года работы на компьютере «Марк-1» были составлены 19 таблиц различных математических функций (функций Бесселя, функций Хенкеля, интегральных синусов и косинусов и т. д.). Марк-1 продолжал свою деятельность на математическом поприще в Гарвардском университете целых 16 лет, но он так и не принес того успеха, на который рассчитывали авторы. Другие изобретатели – немцы, англичане, как и американцы – руководствовались при разработке компьютеров более перспективными методами. По существу, «Марк-1» устарел еще до того, как был построен. В 1948 году в Манчестере (Великобритания) А. Тьюринг и М. Нейман вели работы по созданию компьютера, аналогичного американскому, который также назывался Mark-1. Компьютер был построен в 1949 году. В 1951 году в Манчестере вводится в действие один из первых в мире полностью работоспособных вариантов компьютера Марк-1 – компьютер Ferranti Mark-1, и А. Тьюринг начинает первые вычислительные эксперименты по нелинейному моделированию формообразования у растений и раковин. Конечно, расчет конфигурации цветка был не единственной и не главной задачей, выполнявшейся на Mark-1. Спустя несколько лет эта ЭВМ была использована при создании английской атомной бомбы. Позже это же имя «Марк-1» (MARK 1) имела еще одна машина – первый в мире нейрокомпьютер, созданный в 1958 году Ф. Розенблаттом. Эта машина основана на понятии перцептрона. Перцептрон – это одна из первых моделей нейросетей. Несмотря на свою простоту, перцептрон способен обучаться и решать довольно сложные задачи. 23 июня 1960 года в Корнелльском университете был продемонстрирован первый нейрокомпьютер – «Марк-1», который был способен распознавать некоторые из букв английского алфавита. Отчет по первым результатам появился ещё в 1958 году – тогда Розенблаттом была опубликована статья «Перцептрон: Вероятная модель хранения и организации информации в головном мозгу». Но подробнее свои теории и предположения относительно процессов восприятия и перцептронов он описы-

вает в 1962 году в книге «Принципы нейродинамики: Перцептроны и теория механизмов мозга».

1942

- Дж. Ван-Аллен (США) изобрел the *Proximity Fuse* – антисамолетный радар непрерывного излучения. Электронная часть радара была выполнена на печатных схемах. Это было начало их использования [60, 63].
- В СССР (ВНИИРТ) разработана и изготовлена РЛС РУС-2С «Пегматит-2». Изготовлен опытный образец первой отечественной самолетной РЛС «Гнейс-2» метрового диапазона волн с излучаемой мощностью до 10 кВт. В июле 1942 года станция, установленная на двухместном самолете Пе-2, успешно прошла государственные испытания. Не дожидаясь окончания испытаний, ВНИИРТ изготовил 15 комплектов РЛС «Гнейс-2» для оборудования самолетов Пе-2 и Пе-3. Первое боевое применение эти самолеты получили в конце 1942 года под Москвой, а затем под Ленинградом. В июле 1943 года РЛС «Гнейс-2» была принята на вооружение. Правительственное задание о выпуске в 1943 году 200 комплектов таких станций было перевыполнено [102].
- Создание специальных воинских частей радиопомех (СССР).
- Сотрудники ВНИИТ Н.Ф. Курчев, И.М. Завгороднев, И.Ф. Песьяцкий, А.К. Белькевич и др. под руководством Э.И. Голованевского построили телевизионную аппаратуру для передачи радиолокационной обстановки на командный пункт истребительной авиации (СССР).
- Л.И. Мандельштам и Н.Д. Папалекси (СССР) рассмотрели задачу радиолокации Луны и предложили способ ее реализации имеющимися техническими средствами.
- Американский математик Н. Винер сформулировал проблему линейного предсказания в непрерывном режиме. Он также установил формулу оптимального определения условий для решения уравнения, известного как уравнение Винера-Хопфа [68].
- Отчет по вопросам фильтрации случайных процессов – Н. Винер (США). Впоследствии Н. Винер признал приоритет идей советских ученых по фильтрации случайных процессов:
«Мои исследования этих лет тесно соприкасались с работами нескольких русских математиков, и в России к ним отнеслись с особым интересом. На довольно

длительный срок у меня установилась очень своеобразная связь с ведущими математиками этой страны. Я никогда не встречал никого из них и, по-моему, даже никогда ни с кем из них не переписывался. Но Хинчин и Колмогоров, два наиболее видных русских специалиста по теории вероятностей, долгое время работали в той же области, что и я. Больше двадцати лет мы наступали друг другу на пятки: то они доказывали теорему, которую я вот-вот готовился доказать, то мне удавалось прийти к финишу чуть-чуть раньше их. Ни я, ни, как мне думается, они не делали этого намеренно. Просто мы случайно в одно и то же время достигали наибольшей творческой активности и владели более или менее одинаковым запасом знаний».

- В Вашингтоне основана правительственная радиостанция «Голос Америки» («Voice of America»), осуществляющая вещание на зарубежные страны [4].
- В США создана первая радионавигационная система дальнего действия «Logan». Система была размещена на Восточном побережье США, работала на частоте 1,95 МГц. Одним из основных разработчиков системы был американский ученый А.Л. Лумис [4].
- Г. Фрис (США) из Bell Labs предложил концепцию «коэффициента шума», позволявшую рассчитать отношение сигнал/шум сложных приемных цепей (США) [66, 95]. Уравнение Фриса:

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \frac{F_4 - 1}{G_1 G_2 G_3},$$

где F – коэффициенты шума, G – коэффициенты усиления.

1942-1943

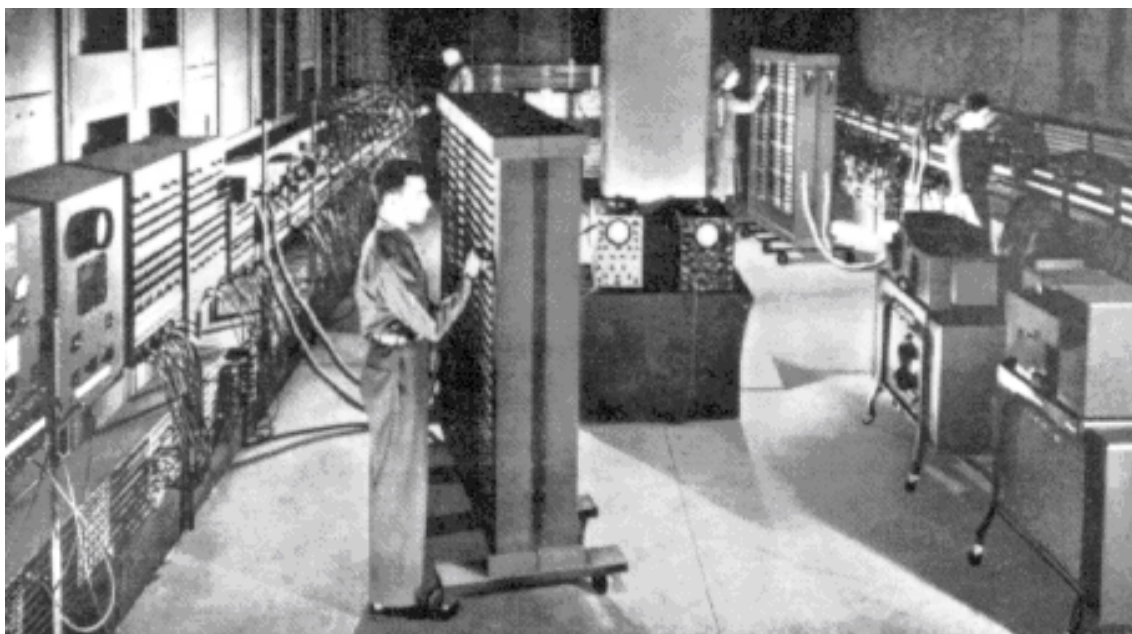
- В октябре под Куйбышевом (ныне Самара) начала работу (не на полную мощность) строящаяся под руководством Л.А. Минца сверхмощная радиовещательная станция (1200 кВт), предназначенная для работы на длинных и коротких волнах. Полностью она вступила в строй в 1943 году [12, 15].

1943

- Австрийским инженером Р. Компфнером, работавшим в университете Бирмингема (Великобритания), разработана ЛБВ – электронная лампа бегущей волны (испытана в 1944 году). Изобретение ЛБВ и пролетного клистрона способствовали дальнейшему развитию радиорелейной связи и созданию систем спутниковой связи [1, 8].
- К. Эдвардс создал микроволновые смесители. [78]
- К. Чанг осуществил частотную модуляцию РС-генератора [80].

- В исторической операции по окружению и уничтожению немецких армий под Сталинградом было использовано около 9 тыс. различных радиостанций, обеспечивших надежное управление войсками [12].
- В. Гейзенберг (Германия) разработал теорию матрицы рассеяния (S-матрицы). Впервые S-матрицу предложил в 1937 году Дж. Уилер (США), идею S-матрицы выдвинул также Л.И. Мандельштам (СССР) [172].
- Т. Флауэрс (Великобритания) разработал Colossus, секретный специализированный компьютер, предназначенный для расшифровки перехваченных сообщений немецких войск [37, 44, 116].
- Д. Моучли, Д. Эккерт (США) в Университете Пенсильвании начали работу над машиной ENIAC (Electrical Numerical Integrator And Calculator). Машина разрабатывалась по контракту с армейским ведомством (США). В конце 1945 года ENIAC был собран и готов к проведению первого официального испытания. Запущен 14 февраля 1946 года. В отличие от созданного в 1941 году немецким инженером К. Цузе комплекса Z3, использовавшего механические реле, в ЭНИАКе в качестве основы компонентной базы применялись вакуумные лампы. Всего комплекс включал 17468 ламп, 7200 кремниевых диодов, 1500 реле, 70000 резисторов и 10000 конденсаторов. Потребляемая мощность – 150 кВт. Вычислительная мощность – 357 операций умножения, 38 операций деления и 5000 операций сложения в секунду. Вычисления производились в десятичной системе. ENIAC весил 30 тонн, занимал 1000 квадратных футов и потреблял примерно 150 киловатт электроэнергии. Общее занимаемое пространство – 300 кв. м. По своим размерам (около 6 м в высоту и 26 м в длину) этот компьютер более чем вдвое превосходил Марк-1 Г. Айкена. Однако двойное увеличение в размерах сопровождалось тысячекратным увеличением в быстродействии. По словам одного восхищенного репортера, ENIAC работал «быстрее мысли». Устройство такой же вычислительной мощности, но значительно меньших размеров удалось создать лишь спустя 30 лет. ENIAC, кроме расчета баллистических таблиц, использовался в Манхэттенском проекте, прогнозах погоды, в космических исследованиях и многих других областях. Для проверки работы ENIAC была выбрана задача расчета возможности создания водородной бомбы – это говорило о том, что роль компьютера в по-

слевоенные годы не снизилась, а скорее возросла. В Филадельфию были посланы представители научной лаборатории Лос-Аламоса для проведения расчетов в области ядерной физики. Эти расчеты продолжались до передачи ENIAC в научное пользование в феврале 1946 года. В ноябре 1946 года компьютер был выключен для улучшения запоминающего устройства и перемещен в Абердинский испытательный полигон. В июле 1947 года он был снова включен и непрерывно работал до октября 1955 года, когда его демонтировали. Всего в период 1948-1955 гг. ENIAC наработал 80 223 часа [4, 116-119].



Машина ENIAC выполняла 5 000 операций в секунду

- В США разработана для военных целей высокочувствительная передающая телевизионная трубка – суперортикон (А. Роуз, П. Веймер и Г. Лоу), в которой использованы все известные средства повышения чувствительности (накопление зарядов, двусторонняя емкостная мишень, перенос электронного изображения, развертка пучком медленных электронов, внутреннее усиление сигнала электронным умножителем) [70].
- Д.О. Норт (США) предложил концепцию согласованных фильтров (термин предложен позже) для оптимального детектирования известного сигнала в присутствии аддитивного белого шума. В 1946 году аналогичные результаты независимо были получены Дж. Блейком и Д. Мидлтоном [60, 68, 76].

- Дж. Блюют (США) с коллегами создали многолепестковую следящую радиолокационную систему [60].
- Предложен метод напыления для производства печатных плат – Д. Саргров (Великобритания).
- Открытие транзисторного эффекта американскими физиками Д. Бардином и У. Браттейном (лауреаты Нобелевской премии 1956 года) [8].
- В мае в журнале «Bulletin of Mathematical Biophysics» появилась статья двух американских ученых – нейрофизиолога У. Мак-Каллока и логика У. Питтса «A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity» («Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности»). В ней они ввели понятие *формального нейрона* и показали, что его можно рассматривать как логический переключающий элемент, преобразующий дискретную информацию по правилам алгебры логики, то есть как устройство, оперирующее двоичными числами (нейроны – клетки, из которых состоит нервная система человека). Эта работа положила начало развитию *нейроинформатики*. Заслуга Мак-Каллока и Питтса состоит в том, что их сеть из электронных «нейронов» теоретически могла выполнять числовые или логические операции любой сложности [120-122].

1944

- Открытие электронного парамагнитного резонанса – Е.К. Завойский (СССР).
- Июнь-июль. В операции по очищению Белоруссии от немецких захватчиков участвовали одновременно 27174 радиостанции различного типа [12].
- Р. Люнеберг (США) создал линзы, которые до сих пор носят его имя. Линза Люнеберга – это линзовая антенна с управляемым положением максимума диаграммы направленности в широком секторе углов [78].
- Т. Робинс опубликовал выполненный им анализ искажений электрических и магнитных полей неоднородностями передающих линий [41].
- В. Рамсей и В. Джемейсон (США) создали плоскую коаксиальную линию для расщепителей мощности в антеннах [78, 80].

- Создание в Гарвардском университете электромеханической вычислительной машины Harvard Mark (также известна как IBM ASCC – Automatic Sequence Controlled Calculator) – Г. Айкен (США).

1945

- А. Кларк, британский писатель-фантаст, в октябрьском номере журнала «Wireless World» предсказал возможность запуска спутников на геостационарную орбиту.

«Искусственный спутник Земли на определенном расстоянии от поверхности будет совершать один оборот каждые 24 часа, то есть постоянно оставаться над одной точкой земного шара. Из-за чего он будет в пределах прямой видимости почти половины поверхности земли. Три ретрансляционных станции, расположенные на этой орбите в пределах 120 градусов, позволят охватить всю планету телевидением и радиосвязью».

Название статьи – «Extra-terrestrial Relays» («Внеземные ретрансляторы»). Потребовалось около 15 лет, чтобы предсказание стало реальностью. В настоящее время без геостационарных спутников немыслима система коммуникаций. В честь писателя геостационарную орбиту иногда называют «орбитой Кларка» [4, 5].

- Первым в Европе после окончания второй мировой войны возобновил передачи московский телевизионный центр [15].
- В СССР принято правительственное постановление о 50-летию изобретения радио А.С. Поповым. Установлен ежегодный праздник «День радио» (7 мая), учреждены Золотая медаль им. А.С. Попова, значок «Почетный радист» [4].
- Организация в Санкт-Петербурге Центрального музея им. А.С. Попова.
- Начало использования керамических конденсаторов для УВЧ [41].
- Дж. Пирс (США) создал теорию отражательного клистрона [78].
- Капитан корпуса связи армии США Джон Муллин в здании «Радио Франкфурта» в Германии обнаружил магнитофоны и 1000-метровые бобины с 12 мм магнитной лентой производства «BASF». Емкость бобины была рассчитана на 20 минут записи. Два аппарата вместе с 50 бобинами ленты были отправлены в США. 16 мая 1946 года Дж. Муллин продемонстрировал магнитофоны в Сан-Францисском институте радиоинженеров. На основе немецких трофеев компания «Амрех» начала разработку американского магнитофона. Первая партия из 200 магнитофонов «Амрех», использующих в качестве носителя магнит-

ную ленту, была выпущена в 1948 г. Ацетатную магнитную ленту на основе гамма-окиси железа изготавливала американская компания «3М Co.» (Minnesota Mining and Manufacturing) [4].

- Д. фон Нейман (США), присоединившись к группе разработчиков ENIAC, описал устройство будущего компьютера EDVAC, где дал детальное определение концепции хранимой программы. С этой работы и началась так называемая «архитектура фон Неймана» – принципы организации вычислительных машин, управляемых размещенной в их памяти программой [1, 123].
- Формирование математической теории категорий, в последнее время становящейся основой для формирования общей теории систем – С. Эйленберг. С. Маклейн (США). [1]
- Основание Научно-технического общества радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова (СССР).
- Изобретение магнитной цифровой записи – фирма IBM (США).

1946

- Комплексное представление сигналов – Д. Габор (Великобритания) [1].
- Предложена система ШОУ (широкополосный усилитель-ограничитель-узкополосный фильтр) – А.Н. Щукин (СССР) [1].
- 17 июня в Сент Луи (штат Миссури) компании «AT&T» и «Bell Labs» начали эксплуатацию системы подвижной радиотелефонной связи (MTS). Предлагались услуги связи для абонентов с автомобильными радиотелефонами (20 Вт). Система позволяла соединяться с городской телефонной сетью. Для полудуплексной связи использовались 6 каналов с полосой по 60 кГц на частоте 150 МГц. Сильное межканальное влияние в скором времени привело к необходимости оставить только 3 канала (США) [4].
- Анализ с вероятностных позиций влияния помех на прием импульсных сигналов – В.И. Сифоров (СССР) [1].
- В августе в СССР завод им. Козицкого приступил к серийному изготовлению радиостанций «Урожай», предназначенных для связи на небольших расстояниях (до 30 км) в подразделениях сельского хозяйства [4].
- Инженер американской корпорации «Raytheon» П. Спенсер проводил испытания магнетрона. Когда он проголодался и достал из кармана

плитку шоколада, то заметил, что тот растаял. Для проверки догадки он поместил пакетик с воздушной кукурузой перед магнетроном. Кукуруза начала лопаться. Следующий эксперимент был проведен на куриных яйцах, которые взрывались при приближении их к магнетрону. Спенсер предположил, что магнетрон можно использовать для приготовления пищи. Он сделал металлический короб и направлял в него электромагнитные волны длиной от дециметров до миллиметров. Устройство создавало электромагнитное поле высокой интенсивности, которое за короткое время доводило продукты до готовности. В 1947 году компания начала выпуск коммерческих микроволновых печей на магнетронах с водяным охлаждением. Первая печь была высотой 167 см, весом более 340 кг и стоимостью свыше \$5000 [4].

- В 1946 году в США было продано 6 500 телевизоров [5].
- В Москве сдана в эксплуатацию первая УКВ радиовещательная станция с частотной модуляцией мощностью 1 кВт [4, 12].
- В США продукция военных технологий – печатные платы – стала доступной для коммерческого применения. «Серебряные дорожки заменяют медные провода» [4].
- М. Ибука и А. Морита (Япония) основали в Токио компанию «Tokyo Tsushin Kogyo» («Tokyo Telecommunications Engineering Corporation»), с 1958 года – «Sony». В настоящее время это одна из крупнейших электронных компаний мира [4].
- Первая передача кабельного телевидения из Нью-Йорка в Вашингтон [5].
- 31 августа 1946 года Г. Камарена осуществил передачу цветного изображения в Мексике на частоте 115 МГц. Он спроектировал свою систему цветного телевидения в 1940 году и получил патенты в 1942, 1960 и 1962 годах (U.S. Patent 1942 2296019 for a mechanically scanned color filter adapter for an existing monochrome electronic transmission system).
- Фирма Philips осуществила пробное стереофоническое радиовещание (Нидерланды) [57].
- Автомобильный радиотелефон стал частью телефонной сети США [5].
- Е. Вильямс создал анализатор спектра радиосигналов [78].
- Получение отражений от Луны с использованием радиолокатора, работающего на частоте 111,5 МГц с пиковой мощностью 3 кВт [60, 78].

- Е. Эпплтон обнаружил, что солнечные пятна излучают радиоволны [78, 80].
- М. Катцин запатентовал трехгранную рупорную антенну, предложенную Дж. Бозе (Индия) в 1895 году [78].
- Шарбау и Л. Вэллерс сообщили об установлении связи на расстоянии 800 футов на частоте 21 ГГц. [41]
- Г. Фредендал с коллегами предложили использовать широтно-импульсную модуляцию для передачи звукового сопровождения ТВ [78].
- Создана первая коммерческая система мобильной телефонной связи в Сант Луисе (штат Миссури, США). Однако доступной она стала много позже [44].
- С. Акеннан и Г. Раппапорт создали радиосистему для управления ракетами [78].
- Созданы противорадиолокационные устройства [41, 78].

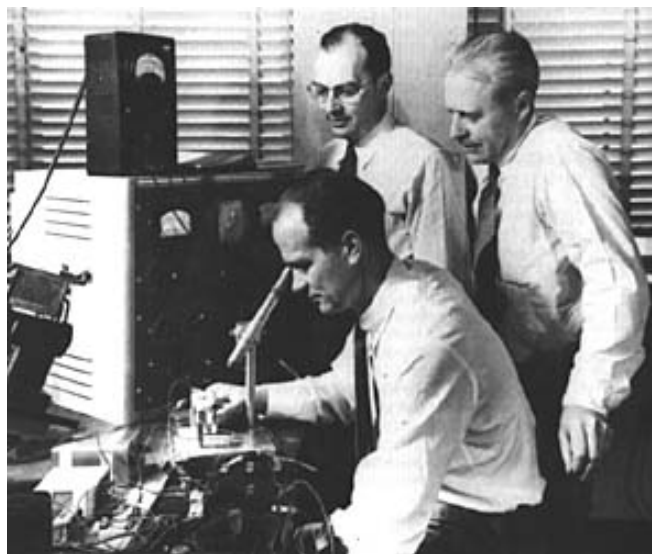
1947

- В сентябре начались ежедневные передачи третьей программы Центрального радиовещания на средних и коротких волнах (СССР) [12].
- В Ленинграде начала работу УКВ ЧМ радиовещательная станция мощностью 3,3 кВт [12].
- После перерыва, вызванного войной, заработал Ленинградский телецентр [70].
- Основание Московского физико-технического института.
- В компании «Bell Labs» (США) группой ученых под руководством В.Б. Шокли изобретен транзистор. Шокли с 1939 года работал над усилительными устройствами на полупроводниках. В 1945 году он возглавил исследовательскую группу в лаборатории физики твердого тела, в которую вошли У.Х. Брэттен – экспериментатор, Д. Бардин – теоретик и другие ученые. Работа группы привела к изобретению Бардином и Брэттенем точечного транзистора (1947) и к изобретению Шокли плоскостного транзистора (1948). До тех пор, пока транзистор не был усовершенствован, изобретение сохранялось в тайне в течение около 6 месяцев. Не было зарегистрировано никаких патентов. Первое публичное объявление прозвучало 30 июня 1948 года. За изобретение транзистора Шокли, Брэттен и Бардин были удостоены Нобелевской

премии в области физики (1956). Брэттен стал лауреатом Нобелевской премии и в 1972 году (совместно с Купером и Скриффером) за развитие теории сверхпроводимости. Он стал первым ученым, удостоившимся Нобелевской премии дважды. Слово «транзистор» возникло из сокращения двух английских слов: «transfer» – перемещать, переносить и «resistor» – резистор, сопротивление [4].



*Первый точечный транзистор
Брэттена и Бардина, 1947*



*Шокли, Бардин и Брэттен
в лаборатории, 1948*

- В мае в журнале «Радио» опубликована статья академика А.И. Берга «Зарождение радиолокации», в которой, в частности, отмечено, что А.С. Попов еще в 1897 году обнаружил отражение электромагнитных волн от кораблей и высказал соображения о применении этого открытия для развития новой области радиотехники, называемой теперь радиолокацией (СССР) [12].
- К празднованию 800-летия города Москвы трансляционная сеть столицы вместе с узлами различных ведомств насчитывала свыше миллиона радиоточек [12].
- В.А. Котельников (СССР) защитил на ученом совете Московского энергетического института диссертацию «Теория потенциальной помехоустойчивости», где рассмотрена задача оптимального статистического синтеза приемных устройств, проанализированы характеристики систем связи, установлены предельные ограничения на возможные виды модуляции [1, 15].

- Загоризонтная радиолокация базируется на открытии в 1947 году советским ученым Н.И. Кабановым явления дальнего рассеянного отражения от Земли декаметровых волн (с их возвратом после отражения от ионосферы к источнику излучения) [15, 182].
- В миниатюрных передатчиках начинают использовать толсто пленочные проводники и сопротивления [41].
- С. Райс (США) из Bell Laboratories предложил статистическое описание шумов [46].
- В. Тирел предложил использовать в микроволновом диапазоне гибридные схемы [78].
- В. Гудалл создал телефон с импульсно-кодовой модуляцией [78].
- В.А. Котельников (СССР) предложил геометрическое представление сигналов [68, 76].
- Г. Калламан создал измеритель коэффициента стоячей волны [41].
- И.Е. Горон, С.Т. Тер-Осипянц, В.И. Пархоменко, В.С. Ваймбойм и др. осуществили с помощью аппаратов высококачественной магнитной записи на ферромагнитной пленке трехканальную звукозапись и воспроизведение с сохранением акустической перспективы (СССР) [12].
- Н. Винер (США) вводит в обращение термин «кибернетика» [129].
- Начата разработка первой серийной электронной машины UNIVAC (Universal Automatic Computer) Эккертом и Моучли, основавшими в декабре того же года фирму ECKERT-MAUCHLI Computer Corporation (EMCC) на базе созданной ими же в 1946 году фирмы Electronic Control Company. Первый образец UNIVAC-1 был построен для бюро переписи США и пущен в эксплуатацию весной 1951 года. Синхронная, последовательного действия машина UNIVAC-1 была создана на базе ЭВМ ENIAC и EDVAC. Работала она с тактовой частотой 2,25 МГц и содержала около 5000 электронных ламп. Внутреннее запоминающее устройство ёмкостью 1000 12-разрядных десятичных чисел было выполнено на 100 ртутных линиях задержки [82, 128, 129].

1948

- Московский телевизионный центр переоборудован для вещания с разложением изображения на 625 строк. Впоследствии этот стандарт был принят в большинстве стран мира.

- 27 июня состоялось торжественное открытие музея А.С. Попова в Ленинградском электротехническом институте им В.И. Ульянова (Ленина), где первым выборным директором был Александр Степанович Попов [12].
- 18 августа начал регулярную работу Ленинградский телевизионный центр, оборудованный аппаратурой, изготовленной ленинградскими заводами и научно-исследовательскими институтами [12].
- В августе на заводе им. Козицкого выпущен десятитысячный экземпляр радиостанции «Урожай» (СССР) [12].
- 1 марта в Ричмонде (США) начала работу первая полностью автоматическая радиотелефонная служба [4].
- В Европе для телевизионного вещания принят стандарт 625 строк при 25 кадрах в секунду [5].
- BBC начала регулярные телевизионные передачи «DDC Newsreel» (Великобритания) [5].
- Для ретрансляции телевизионного сигнала в 6 штатах США используются самолеты [29].
- К.Е. Шеннон, Д.Р. Пирс и Б.М. Оливер – американские ученые из компании «Bell Labs» – разработали первую быстродействующую цифровую передающую систему. Были опубликованы статьи «Философия импульсно-кодовой модуляции» – Дж.Р. Пирс, Б.М.Оливер, К. Шеннон и «Математическая теория связи» – К. Шеннон, содержащие теоремы о кодировании сигнала с целью устранения избыточности, о максимальном количестве информации, которое можно путем надлежащего кодирования передать с произвольно малой вероятностью ошибок по каналу со случайными помехами. Статья К. Шеннона была опубликована в виде книги с авторством Шеннона и В. Вивера под тем же заголовком «The Mathematical Theory of Communication» (Математическая теория связи). При разработке цифровой передающей системы был применен новый вид модуляции, получивший название импульсно-кодовой – ИКМ (Pulse Code Modulation – PCM). Система позволяла передавать множество телефонных разговоров по одной линии [1, 4, 46, 68, 75, 76].

- В. Хансен (США) спроектировал, создал и протестировал оптический радар кругового обзора, использующий импульсы света и переизлученное отражение [41].
- Э. Гинстон (США) с соавторами создал распределенный широкополосный усилитель на параллельно включенных пентодах [78].
- Б. Оливер и его соавторы изложили принципы импульсно-кодовой модуляции [41].
- Ф. Хэддок сообщил результаты исследования рассеяния и затухания микроволновых сигналов в дожде [60].
- Печатные проводники (цинковые) и сопротивления (графит) используются при массовом производстве радиоаппаратуры в Великобритании [41].
- Создание Д. Габором (Венгрия) голографии (идею голографического метода получения изображений выдвинул в 1920 году М. Вольфке (Польша) [176].
- В аэропорту Калькутты (Индия) впервые используется для гражданского применения мобильная система посадки самолетов, разработанная для военных целей во время Второй мировой войны [78].
- Ф. Гамильтон (США) создал первый электронный компьютер с памятью - IBM Selective Sequence Electronic Calculator (SSEC) [44].
- Разработка принципов защиты данных и исправления ошибок при машинной обработке информации – Р. Хемминг (США) [1].
- Ввод в действие компьютера Manchester Small-Scale Experimental Machine (SSEM, известного как «Manchester Baby») – экспериментального цифрового компьютера с запоминаемой программой на основе электровакуумных ламп (21 июня 1948 года). Машина предназначалась для тестирования трубок Уильямса – нового в то время вида компьютерной памяти. После первой демонстрации SSEM было начато проектирование машины более широкого профиля Manchester Mark 1, которая вскоре стала прототипом компьютера Ferranti Mark 1 – первого коммерчески доступного компьютера общего пользования [1, 125-127].
- Конец 1948 года можно считать официальной «датой рождения» советской вычислительной техники. Именно тогда в секретной лабора-

тории в местечке Феофания под Киевом под руководством С.А. Лебедева (в то время — директора Института электротехники АН Украины и по совместительству руководителя лаборатории Института точной механики и вычислительной техники АН СССР) начались работы по созданию Малой Электронной Счетной Машины (МЭСМ). Проектирование, монтаж и отладка МЭСМ были выполнены в рекордно короткие сроки (примерно 2 года) и проведены силами всего 17 человек (12 научных сотрудников и 5 техников). Пробный пуск машины МЭСМ состоялся 6 ноября 1950 года, а регулярная эксплуатация — с 25 декабря 1951 года [81].

- Американский математик Н. Винер выпустил в свет книгу «Кибернетика, или управление и связь у животных и машин», которая положила начало развитию теории автоматов и становлению кибернетики — науки об управлении и передаче информации [1, 129].
- 6 декабря состоялась беседа по радио между Москвой и поездом, движущимся на участке Омск — Татарская. Беседа велась между министром путей сообщения и машинистом паровоза Барабашиным во время сетевого селекторного совещания, проводившегося в связи с награждением машинистов железнодорожного транспорта правительственными наградами [12].
- Предложена схема замены индуктивности активными элементами (гиратор) — Б. Телеген (Голландия).

1948-1950

- Разработка основ теории широкополосных вибраторных антенн.

1949

- Создание первого компьютера для решения задач реального времени (Whirlwind — «Вихрь»), содержавшего около 12 500 электровакуумных ламп — Дж. Форрестер (США) [1].
- Д. Моучли создал первый интерпретатор языка программирования под названием «Short Order Code» (США) [128, 129]
- Е. Барлоу опубликовал принцип работы доплеровского радиолокатора [41].
- В. Шокли (США) разработал теорию p-n перехода [172].
- Всесоюзный НИИ радиотехники (ВНИИРТ) создал передвижную базовую РЛС для обнаружения воздушных целей «Перископ» (П-20) с

определением всех трех координат и радиорелейную линию «Рубин» (СССР) [102].

- Кабельное телевидение позволяет обеспечить более качественную передачу слабых сигналов к месту приема.

1950

- ВНИИРТ создал РЛС «Обсерватория» (П-50) для определения координат воздушных целей и наведения истребителей с передачей данных на центральный пост войск ПВО с помощью радиорелейной линии РЛ 30 (СССР) [102].
- Количество радиоприемников у населения в СССР составляло 3600 тысяч, трансляционных радиоточек – 9700 тысяч [12].
- Разработана первая советская электронная цифровая вычислительная машина под руководством С.А. Лебедева – МЭСМ (СССР) [15].
- Опубликована статья «Вычислительные машины и интеллект» (Computing Machinery and Intelligence), где приводится тест: «как отличить по интеллекту вычислительную машину от человека?» - при ответе на вопрос «могут ли машины мыслить?» В русском переводе более известен второй вариант этой статьи «Может ли машина мыслить?» (Can the Machine think?) – А. Тьюринг (Великобритания) [1, 131].
- Память на магнитных сердечниках (ферритовая память). Идея создания памяти на магнитных сердечниках принадлежит Дж. Форрестеру (США), который всегда искал лучшие технологии. В конце 40-х и в начале 50-х годов в рамках проекта Whirlwind («Вихрь») он начал работать над тем, что впоследствии было названо «памятью на магнитных сердечниках», или «ферритовой памятью». Форрестер передал свою работу аспиранту по имени Б. Папьян, который тоже работал над этим проектом. У Папьяна к 1951 году уже был готов прототип и рабочий проект устройства, которое в 1953 году вытеснило электростатическую память. Новая память работала быстро, была очень надежной, и ей даже не требовалось электрических разрядов для сохранения запоминаемого значения [1, 189].
- Математик К. Шеннон (США) написал свою первую статью о шахматном программировании «Программирование компьютера для игры в шахматы» («Programming a Computer for Playing Chess»), опубликованную в марте в журнале Philosophical Magazine и ставшую одним из фундаментальных трудов в развитии компьютерных шахмат как дисциплины (переведена на русский язык в 1963 году). Он писал: «Хотя,

возможно, это и не имеет никакого практического значения, сам вопрос представляется теоретически интересным, и будем надеяться, что решение этой задачи послужит толчком для решения других задач аналогичной природы и большего значения». Шеннон также отмечает теоретическое существование лучшего хода в шахматах и практическую невозможность его найти [41, 130].

- На 1 января в США использовалось 4 миллиона ТВ приемников, к 31 декабря их стало 10 миллионов [5].
- В США началась регулярная трансляция цветных телепередач [5].
- Начала работу государственная американская радиостанция «Свободная Европа» («Free Europe»), осуществлявшая вещание на Восточную Европу и некоторые страны других регионов. Штаб-квартира радиостанции находилась первоначально в Мюнхене, затем в Праге [4].
- Изобретена передающая трубка «видикон» – П. Веймер, С. Форг, Р. Гудрич (США) [37, 50, 70].
- Фирма RCA начала использовать видикон в качестве передающей телевизионной камеры [5, 29].
- Дж. Янсен создал стробоскопический осциллограф [37, 41].
- Телевизионные передатчики установлены на Эйфелевой башне в Париже и на Белфрай башне в Лилле. 25 апреля начаты регулярные телепередачи во Франции [5].
- Г. Букер и В. Гордон (США) разработали теорию рассеяния радиоволн в тропосфере [37].
- Для компьютера Mark III в качестве памяти используется магнитная лента [37, 41].
- Профессор П.В. Шмаков с сотрудниками продемонстрировал работу созданной ими установки стереотелевидения [13].

ВТОРАЯ ПОЛОВИНА XX ВЕКА

Если первая половина XX века была для электроники временем открытий и изобретений, то вторая его половина стала временем технологий. То, что было открыто и изобретено, нашло практическое применение и стало стимулом дальнейшего развития невиданными темпами. Радио и телевидение пришли в каждый дом, обыденными стали мобильные телефоны; вычислительные машины, занимавшие огромные помещения превратились в ноутбуки, а мощность их стала неизмеримо большей. Изобретение транзистора и микросхемы позволило сделать аппаратуру более компактной и многофункциональной, что немало способствовало ее популярности.



Джон Пирс
1910 – 2002



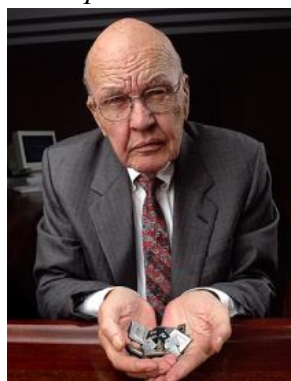
Чарльз Таунс
род. 1915



Александр Прохоров
1916 – 2002



Ричард Фейнман
1918 – 1988



Джек Килби
1923 – 2005



Лео Эсаки
род. 1925



Теодор Мейман
1927 – 2007



Ян Росс
род. 1927



Николай Басов
1929 – 2001

1951

- Американский физик В. Шокли создал плоскостной p-n-p транзистор [20].
- Открытие способа квантового усиления электромагнитных волн – В.А. Фабрикант, М.М. Вудынский, Ф.А. Бутаева (СССР) [15, 17].
- Введено понятие подпрограммы. Переход к подпрограмме авторы называли jump to subroutine или Wheeler jump – Д. Уилер (США), М. Уилкс, С. Гилл (Великобритания). Д. Уилер известен также как специалист в области криптографии – совместно с Р. Нидэмом (Великобритания) он автор алгоритмов WAKE, TEA и XTEA [1, 132].
- В США разработан еще не совершенный видеомэгнитофон. Американская фирма Ampex начала собственную разработку – группа инженеров при участии Р. Долби к 1955 году создала видеомэгнитофон VR1000, имевший большой успех [5].
- В Швеции начались испытания первой автоматической системы подвижной телефонной связи, спроектированной С. Лауреном [4].
- В США начались передачи цветного телевидения по системе Peter Goldmark. По техническим причинам большая часть черно-белых приемников не могла принимать цветные передачи, даже в черно-белом варианте. От эксперимента пришлось отказаться [5].
- В августе в США пущена в эксплуатацию первая трансконтинентальная радиорелейная линия между Нью-Йорком и Сан-Франциско. Система состояла из 107 ретрансляционных станций, расположенных на расстоянии около 30 миль (48 км) друг от друга [4].
- Э. Кук осуществил первую стереозапись звука идущего поезда и продемонстрировал ее на выставке в Нью-Йорке (Audio Fair in New York) [35].
- Сдерживающим фактором в работе конструкторов ЭВМ было отсутствие быстродействующей памяти. По словам одного из пионеров вычислительной техники Д. Эккерта, «архитектура машины определяется памятью». Исследователи сосредоточили свои усилия на запоминающих свойствах ферритовых колец, нанизанных на проволочные матрицы. В 22-м томе «Journal of Applied Physics» Дж. Форрестер опубликовал статью о применении магнитных сердечников для хранения цифровой информации. Ферритовая память состояла из кро-

шечных металлических колец размером с булавочную головку, через которые проходили провода. Кольца можно было намагничивать в любом направлении, придавая им логическое значение 0 или 1. Такая память впервые была применена в машине «Whirlwind-1». Она представляла собой 2 куба с 323217 сердечниками и обеспечивала хранение 2048 слов из 16-разрядных двоичных чисел с одним разрядом контроля на четность [1, 24, 133]

- При выполнении исследований для систем наведения ракеты ATRAN было предложено использовать доплеровское смещение частоты радиолокационного сигнала для увеличения эквивалентного размера антенны – К.Э. Вили (США) [1].
- Число телевизионных приемников в США увеличилось за год в 10 раз, достигнув полутора миллионов [30].
- После реконструкции в связи с переходом на стандарт 625 строк возобновил работу Ленинградский телецентр с передвижной телевизионной станцией для внестудийных передач.
- В сентябре американская компания Bell Labs провела симпозиум, на котором были изложены возможности и перспективы применения транзисторов. На симпозиум прибыло около 300 ученых и инженеров. По окончании симпозиума посетители разъехались по домам с пониманием того, что мог делать транзистор, но без малейшего представления о том, как его изготовить. Для получения этих знаний желающие должны были заплатить за лицензию компании Bell Labs \$25 000. Двадцать шесть компаний из США и зарубежья подписали договора на предоставления лицензий. Среди них были как крупные компании типа IBM и General Electric, так и малоизвестные, типа Texas Instruments. Более ста представителей от каждого покупателя лицензии были приглашены на симпозиум по транзисторным технологиям в апреле 1952 года. Восемь дней специалисты Bell Labs работали с посетителями с утра до вечера. Гости разъехались готовыми к самостоятельному производству транзисторов. Все материалы были собраны в двухтомнике «Транзисторная технология». Книга получила ласкательное прозвище – «Mother Bell's Cookbook» («Поваренная книга матери Белла») [4].
- В октябре компания Bell Labs начала коммерческое изготовление транзисторов [4].

- Американский физик Ч. Таунс опубликовал принцип *мазера* (*MASER – Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation*). Мазер представляет собой квантовый усилитель на основе вынужденного излучения. Принцип его работы основан на теории Эйнштейна 1917 года, примененной вместо света к микроволнам. В 1954 году Ч. Таунс продемонстрировал модель, работающую на частоте 23,87 ГГц. В 1964 году за свое изобретение он получил Нобелевскую премию [44, 62].

1952

- Н.Г. Басов, А.М. Прохоров в СССР, Ч. Таунс, Дж. Тордон, Г. Цайгер в США и Дж. Вебер в Канаде независимо друг от друга создали первые квантовые усилители и генераторы в СВЧ-диапазоне (мазеры). В 1954 году был создан первый квантовый генератор на пучке молекул аммиака – Н.Г. Басов, А.М. Прохоров, Ч. Таунс. [1, 20, 32].
- Э. Кей создал цифровой вольтметр [94].
- В СССР разработан радиолокационный комплекс «Кама» и радиорелейная линия «Цепочка» для стационарных узлов типа А-100 системы С-25, предназначенный для защиты Москвы от воздушного нападения [102].
- На рижских заводах начато производство радиоприемника первого класса «Рига-10» и приемника высшего класса «Мир». Стал выпускаться первый радиоприемник на лампах пальчиковой серии – батарейный приемник «Родина-52» [103].
- На заводе «Красный Октябрь» налажен выпуск супергетеродина «Москвич-3» – 5-лампового приемника 3-го класса [103].
- Американским физиком В. Шокли разработана теория униполярного (полевого) транзистора. Полевой транзистор был создан в этом же году [20].
- Дж. Даммер из Royal Signals and Radar Establishment (Великобритания) предложил концепцию полупроводниковых интегральных схем [37, 74].
- Компания Raytheon одной из первых начала серийное изготовление транзисторов, главным образом для правительственных и исследовательских нужд. В этом же году компания выпустила транзисторы для слуховых аппаратов (США) [4].
- В Канаде начало работать кабельное телевидение – 6 сентября началась трансляция из Монреаля, а 8 сентября – из Торонто [5].

- Слуховой аппарат стал первым коммерческим устройством с использованием транзисторов. Первые аппараты «Sonotone», созданные компанией Germanium Products Corporation, поступили в продажу в конце года по цене \$229,50. В них использовались две электронные лампы и один транзистор. Компания Maico Company предложила версию аппарата, построенную на трех транзисторах производства компании Raytheon. Через несколько месяцев был выпущен слуховой аппарат «Acousticon» по цене \$74,50 на одном транзисторе. Аппараты питались от батарей, закрепляемых на поясе. Стоимость батарей для транзисторных аппаратов была около \$10, для ламповых – около \$100 (США) [4].
- Дж. Маллойн и В. Джонсон (США) из Bing Crosby Enterprises Laboratories осуществили первую четкую запись на однодюймовую (2,5 см) видеопленку – одиннадцать дорожек использовались для записи изображения и одна для записи звука [5].
- Фирма «Sony» начала производство миниатюрного транзисторного АМ/ФМ приемника.
- Канада (the Canadian Broadcasting Corporation (CBC)) 6 сентября начала регулярное телевизионное вещание в Монреале и Квебеке, а двумя днями позже – в Торонто и Онтарио.
- Сеть американской компании AT&T насчитывала около 12 000 абонентов с мобильными телефонами (в 1949 году – около 6 000). Для связи с телефонной линией абонентам было необходимо предварительно соединиться с оператором, который подключал их к любому номеру, обслуживаемому компанией Bell [4].
- Фирма IBM выпустила электронный компьютер IBM 701, который содержал 4 000 электронных ламп и 12 000 германиевых диодов. Процессор IBM 701 мог в одну секунду выполнять почти 17 000 сложений и вычитаний, а также большинство других операций. Для того времени это был поразительный результат. Накопитель IBM на магнитной ленте имел емкость 8 млн. байт, скорость считывания или записи 12 500 символов в секунду. Усовершенствованный вариант машины – компьютер IBM 704 – отличался высокой скоростью работы, в нем использовались индексные регистры и представление данных с плавающей запятой. После ЭВМ IBM 704 была выпущена машина IBM 709, которая в архитектурном плане приближалась к машинам

второго и третьего поколений. В этой машине впервые была применена косвенная адресация и появились каналы ввода-вывода (США) [24, 44, 81].

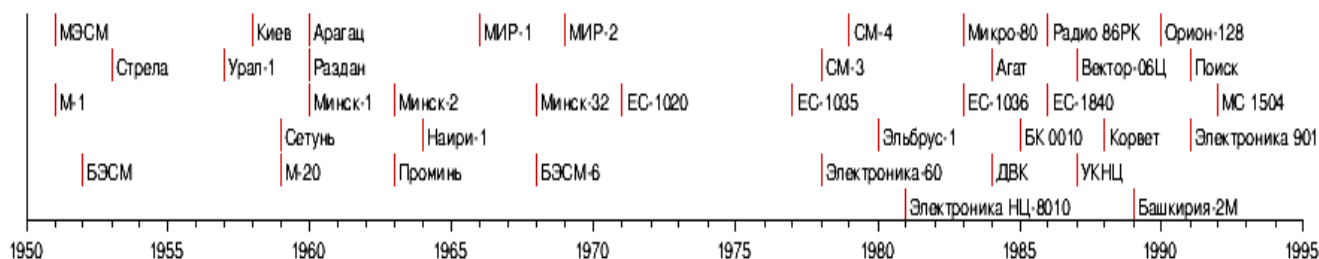
- Офицер ВМФ США и руководитель группы программистов, в то время капитан (в дальнейшем единственная женщина – адмирал ВМФ) Г.М. Хоппер (США) разработала первую компилирующую систему А-0 (кстати, термин «компилятор» Г. Хоппер впервые ввела в 1951 году). Программа производила трансляцию на машинный язык алгоритма, записанного в удобной для обработки алгебраической форме. Позже, в 1956 году она разработала компилятор FLOW-MATIC, а в дальнейшем приняла участие в формировании языка COBOL [1, 24, 59, 133].

1953

- В СССР под руководством А.В. Красилова были разработаны первые транзисторы [4].
- Открытие циклотронного резонанса в полупроводниках (Дж. Дресельхаузен, Ч. Киттель и др.). Предсказан в 1951 году независимо Я.Г. Дорфманом (СССР) и Р. Динглом [32].
- Фирма IBM подготовила выпуск машины под названием IBM-650 Magnetic Drum Data Processing Machine Она была так названа потому, что использовала вращающийся барабан со скоростью вращения 12 500 оборотов в минуту, который мог хранить 2 500 десятизначных символов. Производство машины началось в 1954 году. IBM-650 стала первой машиной, поступившей в продажу (до этого IBM не продавала компьютеры, а только сдавала их в аренду), компьютер был гораздо дешевле, чем IBM-701 и UNIVAC, но все равно обходился значительно дороже, чем перфокарточные машины, распространённые в то время, и был менее надежен. Поэтому вплоть до конца 1950-х годов самой распространённой машиной IBM была перфокарточная Accounting Machine 407 (США) [1, 133].
- Дж. Форрестер (США) из Массачусетского технологического института (MIT) создал компьютер с памятью на магнитных сердечниках, разработанной им в 1951 году совместно с Б. Папьяном (США). Компьютер был способен выполнять 75 000 операций в секунду, что значительно превышало производительность компьютеров того времени. Массачусетский технологический институт поделился технологией с

IBM, где серийный вариант получил название IBM AN/FSQ-7 и увидел свет в 1956 году. Эти «монстры» имели более 50 000 электровакуумных ламп и весили свыше 250 тонн, что сделало их самыми большими компьютерами в истории. Компьютеры IBM AN/FSQ-7 потребляли более мегаватта энергии без учета системы кондиционирования воздуха [134-136].

- Коллективом, возглавляемым С.А. Лебедевым, была создана первая большая ЭВМ – БЭСМ-1 (Большая Электронная Счетная Машина), выпущенная в одном экземпляре. Она создавалась в Москве, в Институте точной механики (ИТМ) и Вычислительном центре АН СССР, директором которого и стал С.А. Лебедев, а собрана была на Московском заводе счетно-аналитических машин (САМ). В этом же году введена в эксплуатацию машина М-2 (2 тыс. операций в секунду). По соотношению стоимости, размеров и производительности М-2 стала лучшим компьютером в СССР. Именно М-2 победила в первом международном шахматном турнире между компьютерами. В результате в 1953 году серьезные вычислительные задачи для нужд обороны страны, науки и народного хозяйства можно было решать на трех типах вычислительных машин – БЭСМ, «Стрела» и М-2, представлявших собой вычислительную технику первого поколения. Элементная база – электронные лампы – определяла их большие габариты, значительное энергопотребление, низкую надежность и, как следствие, небольшие объемы производства и узкий круг пользователей, главным образом, из мира науки [81].



Временной график появления советских компьютеров
(год указывает начало производства или эксплуатации машины)

- Национальный ТВ комитет США (The National Television Systems Committee – NTSC) установил единый стандарт для черно-белого и цветного телевидения, позволяющий смотреть на одном приемнике все программы. Система была принята в США, ряде других стран в Америке, а также в Японии. Позже инженеры шутили, дав свою рас-

шифровку аббревиатуры – «никогда тот же цвет» («Never The Same Color»). Впоследствии более широко стали использоваться система PAL (Phase Alternating Line), созданная в Германии в 1963 г. и применяемая с 1967 года, а также созданная в 1956 году французская система SECAM (Système Electronique pour Couleur Avec Memoria), в работе над которой принимали участие советские специалисты [1, 5, 30, 46].

- В США разработана совместимая система цветного телевидения с одновременной передачей цветов.
- Радиовещательная станция WCBN-AM начала передавать рекламу (США) [23].
- В Великобритании BBC осуществила первую натурную цветную передачу – демонстрацию коронации королевы Елизаветы II детям в больнице «Great Ormond Street Hospital» в Лондоне [5].
- Начало цветного телевидения в Японии [5].
- Проложен первый трансатлантический телефонный кабель на 36 голосовых каналов [46].
- Предложены коды для фазоманипулированных сигналов (коды Баркера) – Р. Баркер (Великобритания) [1].

1954

- В Москве начаты опытные передачи цветного телевидения по последовательной системе. Для приема этих передач выпущен телевизор «Радуга».
- В США началось коммерческое цветное телевизионное вещание по стандарту NTSC [5, 30].
- В Мексике началось стерео ТВ вещание. Очки для просмотра трехмерных передач стоили 25 песо [5].
- Создание принтера UniPrinter, печатавшего со скоростью 600 строк в минуту – Э. Мастерсон (США) [1].
- Число радиоприемников в мире превысило число ежедневных газет [23].
- 14 апреля Г. Теал, инженер американской компании Texas Instruments, продемонстрировал вице-президенту Пэту Хаггерти действующий образец кремниевого транзистора. Через четыре недели Теал заявил коллегам, что технология производства кремниевых транзисторов «у него в кармане». 10 мая компания TI объявила о начале производства транзисторов и сразу же заняла лидирующее положение на рынке по-

лупроводников. Кремниевые транзисторы обеспечивали большую выходную мощность, выделяли меньше тепла и работали при температуре до 150 град. Первый коммерческий транзисторный радиоприемник был создан в 1954 году с использованием кремниевых транзисторов производства TI. В дальнейшем кремний практически повсеместно вытеснил другие полупроводниковые материалы (США) [4].

- Разработка кремниевой солнечной батареи – Д. Чапин, К. Фуллер, Д. Пирсон (США) [1].
- Н.Т. Петрович предложил новый метод передачи и приема сигналов, названный впоследствии методом сравнения. Наибольшее применение получила относительная фазовая модуляция (ОФМ), где информация кодировалась не абсолютным значением фазы сигнала, а разностью фаз между двумя соседними посылками сигнала (СССР) [20].
- 18 октября в Индианаполисе (США) компания Industrial Development Engineer Associates выпустила на рынок первый в мире портативный радиоприемник «Regency TR-1», выполненный полностью на транзисторах. Схема была собрана на четырех транзисторах, изготовленных компанией Texas Instruments. Через четыре месяца была выпущена следующая модель – «Raytheon 8 -TR-1». Компания не смогла обеспечить коммерческого успеха своим приемникам и через несколько лет исчезла с рынка. В дальнейшем идею создания портативных радиоприемников развила компания Sony [4].
- Дж. Пирсон, Д. Чапин и К. Фуллер, ученые из компании «Bell Labs» (США), разработали солнечную батарею, состоящую из кремниевых элементов. Батарея преобразовывала в электроэнергию 6% энергии солнечного света. Изобретение стало возможным благодаря исследованиям Р. Ола (США) [4].
- В США показана по телевидению первая «мыльная» опера «Секретный шторм» («Secret Storm») [30].

1955

- Началось внедрение УКВ ЧМ радиовещания, для которого использовались передатчики звукового сопровождения мощностью 3,5 кВт от типовой телевизионной станции (СССР) [17].
- Проведены первые опыты стереофонических передач (СССР) [17].
- Фирма Philips продемонстрировала международному консультативному комитету по радио CCIR кабельную систему приема-передачи

цветного изображения, а годом позже – и бескабельную [57].

- Крошечная японская компания по производству магнитофонов «Тоkyо Tsushin Kogyo» решила создать малогабаритный радиоприемник на транзисторах. Компания была близка к успеху, когда узнала о выпуске транзисторного приемника в США. Несмотря на это, компания продолжала работу и через шесть месяцев после появления американского «Regency TR-1» выпустила свой первый экспериментальный транзисторный радиоприемник TR-52. В 1955 году компания начала продажи транзисторного приемника TR-55. Для выхода на рынок США необходимо было изменить труднопроизносимое для английского языка название компании. Масару Ибука и Акио Морита в качестве основы названия предложили латинское слово «sonus» означающее «звук». В то время молодых людей называли «sonny boys» (sonny – разг. «сын»). Объединив два звуко сочетания, японцы придумали новое название компании – SONY. В 1957 году первые японские карманные транзисторные приемники поступили в продажу в США. Радиоприемник «Sony TR-63» стал «началом конца американской промышленности в области бытовой электроники» [4, 44].
- Массовым радиофицированным автомобилем в СССР стала «Победа». Сначала приемники ставили только на часть этих машин, а с 1955 года аудиосистема стала их стандартным оборудованием [17].
- Зафиксировано радиоизлучение с планеты Юпитер [19].
- Фирма IBM выпустила компьютер «Hard Drive» (США) [5].
- Дж. Пирс (США) предложил использовать спутники для организации радиосвязи [76].
- Я. Росс (США) подал патентную заявку на МОП-структуру (металлоокисел-полупроводник) [96].
- Р. Браунштейн сообщил об инфракрасном излучении арсенида галлия [47].
- В. Айкен (США) создал электронно-лучевую трубку с плоским экраном для телевидения [97].
- Первый компьютер на транзисторах TX стал прототипом для машин серии PDP фирмы DEC. Эти компьютеры можно считать родоначальниками компьютерной промышленности, так как с их появлением началась массовая продажа машин. DEC выпускает первый миникомпьютер (размером со шкаф), у которого появился дисплей. Фирма IBM

также активно трудится, производя уже транзисторные версии своих компьютеров. Компьютер 6600 фирмы CDC, который в 1958 году разработал С. Крей (США), имел преимущество в быстродействии перед другими компьютерами того времени. Быстродействие достигалось за счет параллельного выполнения команд. С. Крей был легендарной личностью, как и фон Нейман. Он посвятил всю свою жизнь созданию очень мощных компьютеров, которые сейчас называют суперкомпьютерами. Среди них можно назвать CDC-6600, CDC-7600 и Сгау-1 [44, 134-136].

- Всесоюзный НИИ радиотехники (ВНИИРТ) создал радиолокационный высотомер ПРВ-10 «Конус» (СССР) [102].
- Летом была введена в эксплуатацию первая очередь Минского телецентра. 1 января 1956 года диктор Т. Бастун впервые обратилась к телезрителям Минска: «Добрый вечер! Поздравляем с Новым годом! Начинаем наши пробные передачи...». В первый год жизни Белорусского телевидения передачи принимали 4,5 тысяч зрителей. В то время Минский телецентр был рассчитан на однопрограммное вещание со среднесуточным объемом 6 часов, радиус действия не превышал 60 км [26].

Середина 50-х гг.

- В СССР общее количество выпускаемых электровакуумных приборов составляло более 100 млн. штук в год, а полупроводниковых приборов – более 20 млн. Выпускались современные типы магнетронов различной мощности и диапазонов волн, клистроны, сверхмощные генераторные лампы, лампы бегущей волны, фотоэлектронные умножители, электронно-оптические преобразователи, различные типы передающих и приемных телевизионных трубок, мощные генераторные триоды, пентоды, тетроды. Александровский радиозавод был перепрофилирован под производство массовых телевизоров «Рекорд». В дальнейшем это название стало его заводской маркой [204].

1956

- Фирма Henri de France разработала систему SECAM (sequential colour with memory). В 1960 году по этой системе происходил обмен телевизионными программами между Парижем и Лондоном, в 1967 году система была принята в СССР [1, 5].

- Фирма Амрех внедрила первую систему записи видеопрограмм на пленку с качеством, достаточным для вещания [28].
- В СССР началось массовое производство малогабаритного приемника на транзисторах «Минск-Т» [4].
- Закончилась прокладка первой трансатлантической кабельной телефонной линии связи между Великобританией и США через Канаду. Линия стоимостью \$42 млн. состояла из двух кабелей (по одному для связи в каждом направлении). Кабели были проложены на расстоянии около 20 миль (32 км) друг от друга. По длине каждого кабеля был установлен 51 ретранслятор. Каждый ретранслятор на лампах содержал около 5 000 элементов и стоил около \$100 000. Начальная пропускная способность кабельной линии составляла 12 одновременных разговоров (для сравнения, современные подводные волоконно-оптические кабели позволяют обрабатывать более 320 000 одновременных запросов). Первый телефонный разговор состоялся 25 сентября между Клео Крейгом, председателем компании AT&T в Нью-Йорке с Чарльзом Хиллом, министром почты Ее Величества, из офиса компании Lancaster в Лондоне. В первый день эксплуатации сеть обработала 588 запросов, на 75% больше, чем в среднем за 10 дней обрабатывала радиотелефонная сеть компании AT&T. Таким образом, понадобилось 90 лет, чтобы трансатлантическая проводная связь перешла от телеграфа к телефону [4].
- Английская компания Multitone впервые в мире представила систему персонального вызова по радиоканалу (пейджинговую систему), которая была развернута в одной из лондонских больниц. С маломощного передатчика, работающего в пределах нескольких корпусов, посылался сигнал, адресованный конкретному абоненту. Каждый врач имел при себе небольшой приемник, который подавал звуковой сигнал при приеме адресованного ему сообщения. Врачу надо было позвонить с ближайшего телефона и выяснить, кому и зачем он понадобился. Карманный приемник получил название «пейджер» (от английского «page» – мальчик-слуга) [4].
- Обнаружение эффекта сжатия сигнала в согласованном фильтре – Я.Д. Ширман, Б.В. Найденов, В.Н. Манжос, З.А. Вайнарис (СССР) [17].
- Всесоюзный НИИ радиотехники (ВНИИРТ) создает передвижную базовую РЛС для обнаружения воздушных целей П-30 и двухкоорди-

натную передвижную РЛС «Тропа» (П-15) для обнаружения низколетящих целей, а также радиозапросчики НРЗ-20, НРЗ-50, НРЗ-100 (СССР) [102].

- IBM представила технологию под названием RAMAC – это были первые накопители на сменных магнитных дисках для компьютеров. Запоминающие устройства RAMAC позволяли быстро считывать данные с любого места на диске и могли использоваться не только с компьютером 701, но и с другими моделями IBM, включая 650 [24, 133].

1957

- Л. Эсаки (Япония) открыл туннелирование в полупроводниках и создал германиевый туннельный диод [1, 32, 47].
- Б. Казан и Ф. Никол (США) разработали полупроводниковый усилитель светового диапазона [41].
- В. Рамсей (США) разработал концепцию частотно-независимых антенн [37].
- Закончено сооружение радиотелескопа Jodel Bank (диаметр зеркала антенны 250 футов). В 1960 году телескоп принял сигнал 5-ваттного передатчика космического корабля «Pioneer V» с расстояния 22,5 миллиона миль (США) [37, 41].
- 4 октября в 19.28 по Гринвичу с космодрома Байконур (СССР) осуществлен пуск ракеты-носителя 8К71ПС, которая вывела на околоземную орбиту первый искусственный спутник Земли, в течение пяти месяцев передававший сигналы телеметрической информации. Космический аппарат был выведен на орбиту с периодом обращения 96,17 мин. и высотой 228/947 км. Началась новая эра в истории коммуникаций. Впервые были проведены исследования распространения радиоволн через космос с использованием радиопередатчиков декаметрового диапазона, установленных на борту спутника. Информационное агентство «Юнайтед пресс» (США) передавало: «90% разговоров об искусственных спутниках Земли приходилось на долю США. Как оказалось, 100% дела пришлось на Россию...». Газета «Дейли ньюс» (США): «Сейчас мы выглядим довольно глупо со всем нашим пропагандистским визгом, когда мы утверждали на весь мир, что русские плетутся где-то в хвосте в области научных достижений...» [4, 15, 17, 46, 68, 76].
- Немецкий физик Г. Кромер сформулировал концепцию биполярного транзистора с гетеро-структурой [37].

- Советской радиопромышленностью начат серийный выпуск установок промышленного телевидения.
- На Рижском радиозаводе имени А.С. Попова начался выпуск приемника высшего класса «Фестиваль» с дистанционным управлением, в том числе с дистанционной настройкой (СССР) [4].
- В США, Англии и других странах начато применение в телевизорах кинескопов с углом отклонения электронного пучка 110° .
- Фирма Philips разработала новую телевизионную камеру плюмбикон (Plumbicon) – усовершенствованную версию видикона, ставшую универсальной при производстве цветных телекамер [5].
- Один из первых компьютеров на транзисторах Atlas Guidance Computer нашел применение при управлении запуском ракеты Atlas – фирма Burroughs (США) [1].
- Группа под руководством Дж. Бэкуса (США) завершила работу над ставшим в последствии популярным первым языком программирования высокого уровня, получившим название ФОРТРАН. Язык, реализованный впервые на ЭВМ IBM-704, способствовал расширению сферы применения компьютеров [1,24].
- Ввод линии радиосвязи с использованием тропосферного рассеяния (Испания, Италия).
- Г. Голд из Колумбийского университета (США) описал *лазер (LASER – Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)* - усилитель светового диапазона на основе вынужденного излучения. Заявка на патент не была подана до 1959 года, когда другие авторы (Ч. Таунс, А. Шавлов, Т. Мэйман и др.) сделали похожее изобретение. В результате Г. Голд получил патент только в 1977 году [44].

1958

- Ч. Таунс и А. Шавлов (США) из Bell Labs разработали принцип работы лазера. Ч. Таунс в 1964 году был удостоен Нобелевской премии по физике за работы, приведшие к изобретению мазера и лазера. Он разделил эту премию с двумя русскими учеными, которые выполнили аналогичные исследования, но не опубликовали их результаты – А. Прохоровым и Н. Басовым [32, 41, 46, 59].
- Дж. Андреа (Италия) запатентовал толстопленочные резисторы [98].
- Под руководством Г. Вогана (США) из Bell Labs была создана первая действующая модель цифрового переключателя, как завершение проекта ESSEX (Experimental Solid-state Exchange), начатого в 1956 году.

Целью проекта было повышение надежности, увеличение емкости и уменьшение стоимости цифровой телефонной линии связи. Однако время применения изобретения в промышленности еще не наступило [45, 68].

- В фирме Ampex создан видеомэгнитофон «Recorder» [61].
- 12 сентября в США Дж. Килби (США), инженер компании Texas Instruments, представил первый рабочий образец интегральной схемы (микросхемы) – пластину 0,5 кв. дюйма с транзисторами и контактами разрезали на три части и получили три генератора на частоту 1,3 МГц (Нобелевская премия 2000 года). Идея интегральной микросхемы была предложена британским инженером Дж. Даммером в 1952 году. На одной из конференций по электронным компонентам он заявил: «С появлением транзистора и дальнейшим развитием работ в области полупроводников электронное оборудование будет представлять собой твердый блок, не содержащий соединительных проводов. Блок будет состоять из слоев изолирующих, проводящих, выпрямляющих и усиливающих материалов, в которых определенные участки вырезаны таким образом, что могут выполнять электрические функции» [1, 4, 76].
- Идея квантового компьютера – Р. Фейнман (США) [1].
- Под руководством Н.П. Брусенцова (СССР) в вычислительном центре Московского университета была создана и запущена в производство первая и единственная в мире троичная ЭВМ «Сетунь» – малая цифровая вычислительная машина, предназначенная для решения научно-технических и экономических задач средней сложности. Серийно выпускалась в 1962-1964 гг. [81].
- Дж. Сильва и Р. Уайт под руководством К. Ландсберга (США) спроектировали «телекоптер» – вертолет, снабженный передающей телевизионной камерой типа видикон и микроволновым передатчиком. Телекоптер использовался для передачи изображений по радиорелейной линии вертолет-самолет-ретранслятор [5].
- Предложена радиолокационная система с синтезированной апертурой антенны – Г.С. Кондратенков, А.П. Реутов (СССР). В западной научно-технической литературе были сообщения, что еще в январе 1951 года К. Вили (США) при выполнении исследований для системы наведения радиолокационной ракеты ATRAN понял, что отраженные волны с доплеровским смещением частоты можно использовать для синтеза следающего радара с намного увеличенной апертурой антенны и тем самым значительно улучшить его разрешающую способность [1].

- 18 октября радиокорпорация ВВС (Великобритания) начала регулярное стереовещание по утрам в субботу [35].
- 1 февраля в 02.48 по Гринвичу с космодрома на мысе Канаверал (Cape Canaveral, США) запущена ракета-носитель «Jupiter-C», которая вывела на орбиту первый американский спутник «Explorer-1» [4].
- Радиосвязь через спутник с активными ретрансляторами на борту (США) [1].
- Окончание разработки и начало серийного выпуска морской радионавигационной системы высокой точности «Луга» (СССР).
- Компания Sony выпустила первый в мире транзисторный радиоприемник с диапазонами АМ и ЧМ (TFM-151) [4].
- Фирма Philips выпустила первый стереофонический проигрыватель [57].
- 18 декабря в США выведен на околоземную орбиту экспериментальный телекоммуникационный спутник «Atlas-SCORE» (Signal Communications Orbit Relay Experiment) [4].
- 1 октября была основана корейская компания GoldStar, дочерняя фирма компании Lak Chemical Co., основанной еще в 1947 году. После слияния этих компаний они стали называться “LG”. Стартовой электронной продукцией LG стал разработанный в 1959 году первый в Корее транзисторный радиоприёмник. В дальнейшем LG превратилась в ведущую электронную компанию Южной Кореи.
- Папа Пий XII провозгласил Святую Клару (Saint Clare of Assisi) покровительницей телевидения. Утверждалось, что изображение Клары на ТВ приемнике гарантирует его качество [5].
- Организация в СССР первой лаборатории радиотехнической разведки для сухопутных войск.

Конец 50-х гг.

- На вооружение соединений США приняты станции общей радиотехнической разведки (РТР) – пеленгаторы детекторного типа, обнаруживающие РЛС с импульсным излучением в диапазонах 2,7-60 см.

1959

- Руководитель компании Fairchild Semiconductor Р.Н. Нойс (США) искал способы формирования на полупроводниковом кристалле интегрированных диффузионных или напыленных резисторов. Он исследовал методы изоляции приборов на кристалле с помощью обратнo смещенных р-n-переходов и соединения элементов друг с другом пу-

тем осаждения металлических контактов через окна в окисной пленке и нанесения металла на ее поверхность, то есть способы создания интегральных схем (Integrated Circuits). 25 апреля 1961 года Р. Нойсу (впоследствии – одному из основателей корпорации Intel) был выдан первый патент на интегральную схему. Компания Texas Instruments заимствовала метод осаждения металлических межсоединений, предложенный Р. Нойсом, и уже в марте 1960 года выпустила первую интегральную схему, предназначенную для военной аппаратуры. К концу 1961 года фирма поставила ВВС США небольшой компьютер с полупроводниковым запоминающим устройством емкостью в несколько сотен бит. Фирма Fairchild к концу 1961 года также стала выпускать коммерческие интегральные схемы в достаточных объемах. Появилась возможность объединения транзисторов, диодов, резисторов и конденсаторов на одном кристалле [1, 4, 76].

- Американским инженером-электронщиком Дж. Килби (США) и, независимо, Р. Нойсом и Г. Муром (США) создана кремниевая интегральная микросхема на базе планарной технологии. Р. Нойс, Г. Мур от имени фирмы Fairchild Semiconductor подали заявку на патентование технологии интегральных микросхем [1, 5, 20].
- Н.Г. Басов, Б.М. Вул и Ю.М. Попов (СССР) выдвинули идею полупроводникового лазера [32].
- Фирмой Bell Labs созданы конденсаторы на основе тонкопленочной технологии (тантал) (США) [61].
- Лео Эсаки, японский физик из корпорации Sony, создал туннельный диод – первый квантовый электронный прибор (Нобелевская премия 1973 года совместно с А. Живером (Норвегия) и Б. Джозефсоном (Великобритания). С 1969 года Эсаки был лидером разработок полупроводниковых квантовых структур [4].
- Фирмой RCA создан нувистор (*nuvistor*) – высокочастотная лампа, как альтернатива транзисторам (США) [62].
- Разработана аппаратура уплотнения во времени отрезков речи TASI (Time Assignment Speech Interpolation), учитывающая статистику активности источника телефонных сообщений. Была установлена в 1960 году на трансатлантической кабельной линии связи с частотным уплотнением каналов между Лондоном и Нью-Йорком – К. Баллингтон, И. Фразер (США) [1].

- Луна была использована как отражатель в опыте радиотелефонной связи между Джордел Бэнком (Jordell Bank) и Массачусеттсом (Massachusetts) [41].
- В Москве начались опытные передачи цветного телевидения по совместимой системе с одновременной передачей цветов.
- Изготовлены первые серийные образцы советской магнитолы [103].
- 7 октября фототелевизионная система, установленная на борту космического аппарата «Луна-3», сфотографировала и передала на Землю изображения невидимой стороны Луны (СССР) [15].
- Фирма Sony первой стала выпускать транзисторные телевизоры. За первой черно-белой моделью на следующий год последовала цветная, использовавшая трубку, спроектированную Э. Лоренсом (США), который также разработал циклотрон, сыгравший важную роль при создании первой атомной бомбы [5].
- IBM (США) выпустила мейнфрейм IBM 7090 на основе транзисторов и машину среднего класса IBM 1401. Последняя использовала перфокарточный ввод и стала самым популярным компьютером общего назначения того времени: было выпущено 12 тыс. экземпляров этой машины. В ней использовалась память на 4000 символов (позже увеличенная до 16 000 символов) [44].
- В СССР начался серийный выпуск ЭВМ М-20 (20 тыс. операций в секунду). Компьютеров М-20 было выпущено ровно 20 штук [81].
- Начало выпуска в Минске ЭВМ «Минск-1», которая применялась в основном для решения инженерных, научных и конструкторских задач математического и логического характера [81].
- Под руководством Я.А. Хетагурова (ЦМНИИ-1) создана первая в СССР мобильная полупроводниковая ЭВМ «КУРС» для обработки радиолокационной информации [81].
- Предложен способ подавления боковых лепестков в диаграмме направленности антенны – начало работ по пространственно-временной фильтрации помех – Пол Хоуэлз (США) [1].
- В Европе приняты французская телевизионная система SECAM и немецкая PAL [30].

1960

- А. Живер (Норвегия) открыл туннелирование тока из сверхпроводника через изоляционный барьер в другой металл и создал сверхпроводящий туннельный диод (Нобелевская премия по физике 1973 года) [32].

- Дж. Аллен и Б. Гиббон (США) создали светодиод – Light Emitting Diode (диод, излучающий свет) [61].
- Разработана система звукового стереофонического радиовещания с полярной модуляцией – Л.М. Кононович (СССР) [15].
- С марта в Москве началось опытное стереофоническое вещание на УКВ с полярной модуляцией. В этом же году стереофонические передачи стали вестись в Ленинграде и Киеве [4, 17].
- Эксперименты по пассивной ретрансляции сигналов связным спутником (США) [1].
- В результате совместной работы европейских и американских ученых разработан язык «АЛГОЛ-60». Алгол (*Algorithmic* – алгоритмический и *language* – язык) первоначально был разработан в 1958 году и представлен на конференции в ЕТН (Цюрих, Швейцария) как универсальный язык программирования для широкого круга применений, а затем доработан комитетом, созданным Международной федерацией по обработке информации (IFIP). В комитет вошел ряд ведущих европейских и американских ученых и инженеров – разработчиков языков. Среди них были: Д. Бэкус – один из создателей Фортрана, Дж. Уэгстен – впоследствии возглавлял комитет по разработке языка Кобол, Д. Маккарти – автор языка ЛИСП, разработанного одновременно с Алголом, П. Наур, впоследствии доработавший «нормальную форму Бэкуса», завершив разработку БНФ, Э. Дейкстра – нидерландский ученый, впоследствии получивший широкую известность как один из создателей структурного программирования и сторонник математического подхода к программированию, будущий лауреат Премии Тьюринга. После принятия в 1958 году первой версии языка АЛГОЛ-58 (первоначально предполагалось назвать язык IAL – International Algebraic Language, но от этого отказались) довольно быстро были осознаны проблемы, для решения которых комитет сформировал новый вариант стандарта АЛГОЛ-60; он и стал «классическим» Алголом. В том же 1960 году тринадцать европейских и американских специалистов по программированию в Париже утвердили стандарт языка АЛГОЛ-60 [1, 137, 140].
- Получение монокристаллов GaAs – В.А. Преснов (СССР), А.П. Изверин (США) [1].

- Р. Карбери осуществил передачу видеоизображения по телефонному кабелю с применением импульсно-кодовой модуляции [97].
- Американский физик, сотрудник исследовательского центра фирмы Hughes, Т.Г. Мейман (США) сконструировал и 16 мая 1960 года испытал первый в мире импульсный рубиновый лазер, работающий в видимой области спектра (длина волны 0,6943 мкм). На это ушло 9 месяцев колоссальных усилий. Он обошел в этом соревновании ведущие компании, такие как Lincoln Labs, IBM, Westinghouse, Siemens, RCA Labs, GE, Bell Labs, TRG и многие другие. Рубиновый кристалл, с которым работал Мейман, имел форму стержня, на торцевых поверхностях которого необходимо было сформировать отражающие зеркала. В 1960 году технологией многослойных пленочных покрытий для лазерных зеркал владели только крупнейшие лаборатории. Т. Мейман самостоятельно разработал технологию нанесения серебра на рубиновый стержень и реализовал ее. 7 июля 1960 г. на специально созванной пресс-конференции Мейман объявил о создании лазера и рассказал о возможных областях его применения: связь, медицина, военная техника, транспорт и высокие технологии. Изобретение получило широкий общественный резонанс. Газеты писали, что ученый из Лос-Анджелеса изобрел «луч смерти». Поскольку одним из лауреатов Нобелевской премии 1964 года «за фундаментальные исследования в области квантовой электроники, которые привели к созданию генераторов и усилителей нового типа – мазеров и лазеров» стал Ч. Таунс, возник некоторый скепсис относительно первенства Т. Меймана в изобретении лазера. Но «никто не оспаривает тот факт, что я сделал первый лазер», – говорил Т. Мейман. И ещё: «Если они сделали это, то где же тогда, черт возьми, их лазер?» – и вынимал из кармана тот самый первый лазер, который он создал в 1960 году [1, 5, 13, 20, 44, 46, 59, 62].
- Американские физики А. Джаван, В. Беннет и Д. Хэрриот из Bell Laboratories создали газовый лазер, работающий на смеси гелия и неона. Гелиево-неоновые лазеры до сих пор остаются самыми распространенными источниками когерентного света [13, 20].
- Получена первая успешная голограмма [5].
- В фирме Sony создан первый в мире портативный транзисторный телевизор TV8-301, работающий на батарейках [4, 5].

- Фильтрация нестационарных марковских процессов – Р.Л. Стратонович (СССР) [1].

1961

- Создана первая в СССР серийная станция радиотехнической разведки НРС-1 (рук. Прохорчук), обеспечивающая определение координат пеленгационным базовым методом на дальностях до 60 км с ошибкой, достаточно малой для целеуказания артиллерии. Три пеленгатора размещались на автомашинах УАЗ-469 и располагались на расстояниях до 30 км друг от друга.
- Открытие магнитных полупроводников – материалов, проявляющих как свойства ферромагнетиков, так и свойства полупроводников. Изменяя магнитное поле, можно было изменять проводимость материала. Существует также возможность контроля квантового спинового состояния (эффект спинового токопереноса), что является важным свойством для нового направления в электронике – *спинтроники*. Необычные свойства магнитных полупроводников делали их перспективными для создания ячеек памяти, для термомагнитной и фотомагнитной записи, для вращения плоскости поляризации электромагнитного излучения, в частности в диапазоне СВЧ. На магнитных полупроводниках реализованы р-п-переходы, барьеры Шоттки и другие структуры [32].
- FCC (Federal Communication Commission – Федеральная комиссия связи (США)) приняла стандарт ЧМ стерео радиовещания.
- Компании Fairchild Corporation и Texas Instruments объявили о начале коммерческого производства интегральных схем (микросхем), выполняющих элементарные логические функции [4, 5].
- Р. Бэйярд и Г. Питтман (США) из Texas Instruments (TI) создали арсенид-галлиевые диоды. Они обнаружили интенсивное излучение диодов в инфракрасном диапазоне. В октябре 1962 года фирма TI начала производство диодов, назвав свой первый коммерческий продукт SNX-100 (США) [62].
- Осуществлена двусторонняя радиосвязь и передача телевизионного изображения первого летчика-космонавта Ю.А. Гагарина из космоса на Землю во время полета космического корабля «Восток-1» (СССР) [15].

- Всесоюзный НИИ радиотехники (ВНИИРТ) создал радиолокационный высотомер «Вершина» (ПРВ-11) и стационарную радиолокационную трехкоординатную станцию «Памир» (П-90) [102].
- Разработана теория фильтрации случайных процессов с использованием понятия пространства состояний – Р. Калман, Р. Бьюси (США) [1].
- Радиолокационное исследование Венеры – В.А. Котельников (СССР) [1].
- Электротехнический завод ВЭФ им. Ленина начал выпуск первого переносного транзисторного приемника «Спидола», завоевавшего широкую популярность в Советском Союзе и за его пределами. В дальнейшем на базе этого приемника были созданы более совершенные модели: ВЭФ-12, ВЭФ-210, ВЭФ-202 и ряд других (СССР) [4, 17].
- Осуществлена генерация второй гармоники рубинового лазера – начало нелинейной оптики – М. Франсон (Франция) [1].
- Разработка принципов разделения времени при коллективном доступе пользователей к вычислительной системе – Compatible Time-Sharing System (CTSS) – Ф. Корбато (США) [1, 96].
- 1 июня радиостанции WEFM в Чикаго и WGFM в Шенектеди впервые в США начали ЧМ вещание в стереофоническом режиме [4, 5, 23, 46].
- Компания Bell Labs (США) представила систему тонального набора для телефонных сетей компании Western Electric. Через несколько лет тональный набор начал повсеместно вытеснять дисковые (пульсирующие) номеронабиратели [4].
- Фирма IBM разработала мощную вычислительную систему Stretch (IBM 7030) – первый транзисторный суперкомпьютер. Хотя IBM 7030 обеспечивала меньшую скорость работы, чем ожидалось, до появления в 1964 году компьютера CDC 6600 она оставалась самой быстрой [1, 140].
- На базе ЭВМ военного назначения М-40 с быстродействием 40 тысяч операций в секунду и М-50 (обе имели ламповые компоненты) в СССР была создана полностью работоспособная система противоракетной обороны (во время испытаний неоднократно удалось сбивать реальные баллистические ракеты прямым попаданием в боеголовку объемом в половину кубического метра) [81].
- В. Виктор и Р. Стивенс из Jet Propulsion Laboratory (США) с помощью двухпозиционного зондирования на базе Solar system radar рассчитали

значение астрономической единицы (среднего расстояния от Земли до Солнца) с погрешностью не более 600 км. Излучаемая мощность РЛС составляла 13 кВт на частоте 2,4 ГГц, использовались передающая и приемная антенны диаметром 85 м каждая [157].

1962

- 1 января в СССР отменена регистрация радиоприемников и телевизоров и взимание за них абонентской платы [17].
- В СССР начала работу радиостанция «Юность» [4].
- Радиостанции США начали стереофоническое звуковое вещание [23].
- С помощью спутника *Telestar Satellite* осуществлена первая трансатлантическая телевизионная передача.
- Производство АМ приемников достигло 5,5 млн. штук [5].
- Bell Laboratories установила первую в США цифровую передающую систему [76].
- 13 декабря в США выведен на орбиту экспериментальный телекоммуникационный спутник «Relay-1» (1322/7439 км, период обращения 185 мин). Предназначался для межконтинентального телевидения и телефонии [4].
- Осуществлена двусторонняя радиосвязь между космическими кораблями «Восток-3» и «Восток-4» и телевизионный репортаж из космоса, транслировавшийся по вещательному стандарту непосредственно в телевизионную сеть СССР и «Интервидения» (СССР) [13, 15, 17].
- В ноябре в СССР удалось осуществить радиосвязь через планету Венеры. 19 ноября переданное с Земли телеграфным кодом слово «МИР» достигло планеты Венера, отразилось от нее и, пройдя общее расстояние 81 млн. 745 тыс. километров, и через 4 мин. 32,7 сек. было принято на Земле. Этим же способом 24 ноября были переданы слова «ЛЕНИН» и «СССР». Отразившись от поверхности планеты, через 4 мин 44,7 сек. эти слова были приняты на Земле, пройдя в космосе 85 млн. 360 тыс. км [4].
- Радиолокационное исследование Меркурия – В.А. Котельников СССР) [1].
- 10 июля в США выведен на орбиту спутник связи и телевидения «Telstar-1». В этот же день через спутник было передано первое телевизионное изображение из США во Францию (американский флаг, развевающийся перед передающей станцией в Андовере). Через 13

дней через спутник была начата передача обычных телевизионных передач. Для приема использовался приемник-мазер и малошумящие усилители. Спутник находился на орбите высотой 952/5 632 км с периодом обращения 157 мин. Это не позволяло транслировать телевизионные передачи дольше 30-45 минут (США) [1, 4, 5, 28, 30, 41, 45, 46, 68, 76].

- Изобретение первой компьютерной видеоигры – студенты выпускного курса Массачусеттского технологического института (США) [1].
- Создание суперкомпьютера Atlas, имевшего виртуальную память и конвейерные операции (Великобритания) [1].
- В Институте кибернетики АН УССР разработано семейство малых цифровых электронных вычислительных машин «Проминь», предназначенных для автоматизации инженерных расчетов средней сложности [81].
- Начало выпуска ЭВМ «Минск-2» (с 1965 года – «Минск-22») с использованием импульсно-потенциальной элементной базы и введением представления данных в виде двоично-десятичных чисел и алфавитно-цифровых слов (СССР) [81].
- Ю.Н. Денисюк (СССР) предложил выполнять голографические записи в толстослойных фотографических эмульсиях (голограммы Денисюка). Изображения, полученные при помощи этих голограмм, обладают объемностью и цветностью [32].
- Создан полупроводниковый лазер – Р. Холл, М. Нейгек и независимо И. Холопьяк (США) [17].
- Г. Мэри запатентовал широкополосную щелевую антенну [99].
- С. Вимер создал тонкопленочный транзистор – *Thin Film Transistor* (TFT) [41].
- С. Хофштейн и Ф. Хейман (США) создали MOS интегральную схему [61].
- Профессор В. Брух из Германии разработал систему цветного телевидения PAL – Phase Alternate Line. В Германии система начала применяться в 1967 году. Позже она была принята в Италии, Великобритании и ряде других стран Европы и Азии [5, 17].
- Фирма Motorola представила портативную ЧМ радиостанцию «НТ-200», выполненную полностью на транзисторах. Устройство весом 33 унции (935 г), получило прозвище «кирпич» из-за своей удлиненной прямоугольной формы (США) [4].

) открыл явление генерации СВЧ излучения кристаллами арсенида галлия и фосфида индия в сильных электрических полях (эффект Ганна). Дж. Ганн установил, что постоянное электрическое напряжение определенной величины, приложенное к кристаллу арсенида галлия, вызывает в нем генерацию высокочастотных колебаний электрического тока. Этот эффект связан с тем, что у вольтамперной характеристики арсенида галлия есть ниспадающий участок, на котором дифференциальное сопротивление отрицательно. Приборы на основе эффекта Ганна служат для генерирования и усиления электромагнитных колебаний мощностью порядка нескольких кВт в импульсном режиме и сотен мВт в непрерывном режиме на частотах от 100 МГц до 100 ГГц, а также для создания быстродействующих элементов электронных устройств [32, 183].

- Открыто возникновение холодной эмиссии электронов при пропускании тока через тонкие металлические пленки с островной структурой – П.Г. Борзяк, О.Г. Сарбей, Р.Д. Федорович (СССР) [32].
- 14 февраля в США выведен на орбиту (34 392/36 739 км, период обращения 1425 мин.) экспериментальный спутник связи «Syncom-1». Отрабатывались приемы выведения спутников связи на стационарную орбиту и изучались проблемы связи со спутником на такой орбите [4, 5].
- 26 июля в США выведен на орбиту (35 743/36 783 км, период обращения 1454 мин.) экспериментальный спутник связи «Syncom-2». На спутнике проводились исследования по использованию космических технологий в целях связи. Первый спутник, запущенный на геостационарную орбиту [4, 5].
- У. Мотли и Дж. Ровен (США) создали прибор, использующий поверхностные акустические волны [61].
- Компания Bell Labs (США) представила телефон с тональным набором (см. 1961 г.). Диск был заменен кнопками [4].
- Компания Philips в Нидерландах представила первый кассетный магнитофон [4, 5].

- Институт инженеров по радиоэлектронике (IRE) преобразован в IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) – Институт инженеров по электротехнике и электронике – крупнейшее международное научно-техническое общество (США) [4].
- Вступила в строй система радиолокационного слежения для противовоздушной обороны SAGE (Semi-Automatic Ground Environment), разработка которой с 1943 года велась под руководством Дж. Форрестера из Массачусеттского технологического института. Задача состояла в создании имитатора полетов, чтобы пилоты могли на нём тренироваться и отрабатывать технику. По иронии судьбы, к тому времени пользы от этого проекта было не так много, поскольку он был предназначен для отслеживания бомбардировщиков, а несколькими годами раньше уже появились межконтинентальные баллистические ракеты (ICBM). Тем не менее, несмотря на то, что фактическое применение системы было сомнительным, технологии, созданные и усовершенствованные в процессе разработки этого проекта, имели чрезвычайно большое значение. Сюда входит не только применение ферритовой памяти, но и разработка печатных схем, запоминающих устройств, компьютерных графических систем (для рисования самолёта), электронно-лучевых трубок и даже светового пера. Эти разработки обеспечили США преимущество в создании сетей и технологий цифровой связи. Установка SAGE стоила своих денег (8 млрд. долларов), даже если она не помогла перехватить ни одного бомбардировщика [134-136].
- Разработка языка BASIC (Beginner's All Purpose Symbolic Instruction Code) – Дж. Кемени, Т. Куртц (США) [1].
- Фирма Bell Punch Co. (Великобритания) создала электронный калькулятор [61].

1963-1966

- Разрабатываются коды с коррекцией ошибок для систем скоростной цифровой связи [46].

1964

- Создана многонациональная организация INTELSAT для управления космическим сегментом глобальной коммерческой системы связи [68].
- 1 августа стала работать круглосуточная информационно-музыкальная программа «Маяк» (СССР) [17].
- С помощью сапфирового лазера осуществлена генерация сигналов самой высокой в то время (и до 1974 года) частоты 60 ГГц [38].

- Нобелевская премия по физике присуждена Н.Г. Басову, А.М. Прохорову (СССР) и Ч. Таунсу (США) за фундаментальные исследования в области квантовой радиофизики, приведшие к созданию усилителей и генераторов нового типа – лазеров и мазеров [33].
- 22 августа в СССР выведен на эллиптическую орбиту (394/39 855 км, период обращения 715 мин.) экспериментальный спутник связи типа «Молния-1» [4].
- Геостационарный спутник связи с активными ретрансляторами на борту (США) [1].
- Ученые Института прикладной физики Российской Академии Наук создали первый *гиротрон* (мода TE_{101} , сантиметровые волны, мощность 6 Вт) [37].
- Фирма Philips представила первую в мире автомобильную радиоманитолу [57].
- Г. Кроммер (США) дал объяснение эффекта Ганна [37].
- Создан прототип первого плазменного монитора – Д. Битцер, Дж. Слоттоу и Р. Вильсон [28].
- Обоснование возможности обнаружения реликтового космического электромагнитного излучения достаточно высокой интенсивности с температурой в несколько градусов, которое было экспериментально обнаружено в 1965 году американскими астрофизиками А. Пензиасом и Р. Вильсоном (существование реликтового излучения было предсказано Г. Гамовым (США) за 20 лет до открытия) – Я.Б. Зельдович, А.Г. Дорошкевич, И.Д. Новиков (СССР). [1]
- Доктор Дж. Вест (США) из «Bell lab» вместе с Г. Сесслером (Германия) получил патент № 3118022 на электроакустический трансдюсер (electroacoustic transducer) – электретный микрофон, обеспечивающий большую надежность, высокое качество, низкую стоимость и малый вес [22,108].
- Разработка первой системы автоматизированного проектирования. Первые САПР представляли собой «электронный кульман». Они автоматизировали трудоемкие операции, позволяя получать более четкие чертежи, ускоряли разработку за счет автоматизации рутинных процедур. Первыми приступили к автоматизации процессов в легкой промышленности американцы. Они создали автоматизированную раскройную установку для резки настилов ткани специальным ножом по

заданной программе без предварительной разметки. В 1977 году крупная французская авиастроительная фирма Avion Marcel Dassault разработала для собственных нужд систему трехмерного моделирования CATIA (Computer-Aided Three-Dimensional Interactive Application), а через четыре года создала для ее продвижения на рынок компанию Dassault Systemes. Эта молодая фирма решила не тратить время на создание собственной структуры сбыта, а постаралась найти партнера, уже имеющего такую сеть. И нашла его в лице IBM, которая в то время продвигала на рынок двумерную САПР CADAM [1].

- Американская компания Bell представила новую систему мобильной дуплексной телефонной связи IMTS (Improved Mobile Telephone Service). Система обеспечивала прямой набор номера и автоматический выбор канала (транк). Ширина радиоканала – 25-30 кГц [4].
- 18 июня открылось телефонное обслуживание по трансатлантическому кабелю между Японией и США. Президент Линдон Джонсон из Вашингтона провел беседу с премьер-министром Хайато Икидо из Токио. Кабель емкостью 138 телефонных каналов и длиной 5 300 миль (9 822 км) был проложен от Oahu (Гавайи) до Японии и соединился с существующими кабелями (от Гавайев до материковых штатов, Канады и Австралии) [4].
- В Японии сдан в эксплуатацию самый высокий метеорологический радар в мире. Радарная система «Маунт Фьюджи» (Mount Fuji), предупреждала о приближении шторма на расстоянии более 800 км. Радар был построен компанией «Mitsubishi Electric» по заказу Японского метеорологического агентства [4].
- Изобретение компьютерной мыши – Д. Энгельбарт (США) [1].
- Создание электронного музыкального синтезатора – Р. А. Муг (США) [1].
- Р. Джонстон, Б. де Лоч и Б. Коэн (США) создали генератор на IMPATT диодах [62].

1964-1965

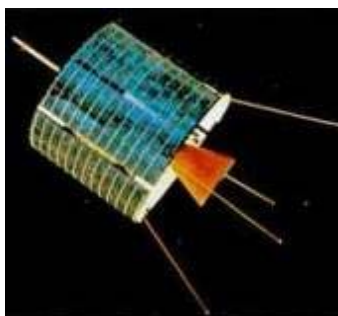
- Дж. Строук (США) разработал голографию Фурье и заложил основы голографической спектроскопии [32].

1965

- Х. Когельник (США) разработал голографический метод записи и восстановления волнового фронта [32].

- 21 февраля в СССР выведена на орбиту группа советских военных спутников связи типа «Стрела-1»: «Космос-54..56», 15 марта – «Космос-61..63», 16 июля – «Космос-71..75», 3 сентября – «Космос-80..84», 18 сентября – «Космос-86..90» [4].
- Состоялся обмен телепрограммами между Москвой и Владивостоком [26].
- Американским математикам Дж. Кули и Джону У. Тьюки приписывается изобретение в 1965 году быстрого преобразования Фурье (БПФ). На самом деле БПФ неоднократно изобреталось и до этого, но важность его в полной мере не осознавалась до появления компьютеров. Некоторые исследователи приписывают открытие БПФ Рунге и Кёнигу в 1924 году. Наконец, открытие этого метода приписывается ещё и Гауссу (Gauss) в 1805 году [1, 141, 142].
- Корпорация Digital Equipment Corporation (DEC) разработала PDP-8 – первый успешный коммерческий миникомпьютер. DEC представила его 22 марта 1965 года и продала более 50 тысяч штук, самое большое количество компьютеров для того времени. Это был первый широко продаваемый компьютер серии DEC PDP. Ранняя модель PDP-8 (неофициально называвшаяся «*Straight-8*») была построена с использованием диодно-транзисторной логики, упакованной на картах Flip Chip, и достигала размеров холодильника. Далее последовала модель PDP-8/s для настольного использования. Она была меньше по размеру, менее дорогой, но и значительно более медленной машиной. Предшественницей PDP-8 была машина PDP-1 (*Programmed Data Processor-1*) – первый компьютер из серии PDP, произведенный Digital Equipment Corporation в 1960 году [41, 138-139].
- Сотрудники фирмы «Филипс» разработали плюмбикон – передающую ТВ трубку для цветного телевидения (Нидерланды) [13].
- 6 апреля в США выведен на орбиту спутник связи будущей системы «Intelsat» – «Intelsat-1», известный как «Early Bird» («Ранняя птица»). Обеспечивал 240 телефонных голосовых каналов или один двусторонний телевизионный канал между США и Европой. Через «Early Bird» была проведена первая прямая телевизионная трансляция из Европы в США (репортаж с состязаний по легкой атлетике между СССР и США). Передача цветного телевидения между Нью-Йорком и Парижем стоила \$13 070 в течение первых 10 минут и \$240 за каждую

дополнительную минуту. В 60-70-е гг. с запуском новых спутников серии «Intelsat» пропускная способность и зона охвата спутниковой связи прогрессивно увеличивались. «Intelsat-4s» (1971) обеспечивал 4 000 телефонных каналов, «Intelsat-5» (1980) – 12 000, «Intelsat-6» (1989) – 24 000. Использовалось временное уплотнение и динамическое бортовое переключение шести радиолучей SS-TDMA (Satellite-Switched Time Division Multiple Access – «переключаемый спутником множественный доступ с временным уплотнением»). К началу 90-х гг. «Intelsat» обеспечивал самую обширную систему связи в мире [4].



Спутник связи
«Early Bird» (США)



Спутник связи
«Молния-1» (СССР)



Спутник связи
«Горизонт» (СССР)

- 23 апреля в СССР был выведен на высокоэллиптическую орбиту (548/39 957 км, период обращения 720 мин.) первый спутник связи «Молния-1», предназначенный для ретрансляции телевидения и передачи телефонно-телеграфных сообщений. Развитие программы привело к созданию национальной сети телевизионного вещания и связи «Орбита». Спутники «Молния-2» и «Молния-3» обеспечивали ретрансляцию в более высокочастотном диапазоне и увеличенную пропускную способность. Высота орбит спутников в апогее 39 700-40 800 км, в перигее – 470-650 км. Орбиты позволили ретранслировать радио и телевизионные сигналы на территорию СССР в течение 8-10 часов в сутки. Следующим поколением спутников связи стали «Гранит», «Экран», «Горизонт», «Экспресс», «Луч», «Радио» и другие [4, 15, 30].
- Закончена разработка и начато серийное производство на Красноярском заводе п/я 1 первой в СССР станции тропосферной связи «Корвет» (Р-133) и ее модификаций.
- Транзисторные приемники захватили рынок радиоприемников, перекрыв дорогу ламповым приемникам [5].

- Начало использования компьютеров третьего поколения – на интегральных микросхемах [41, 97].
- Группой инженеров в Институте точной механики и вычислительной техники под руководством С.А. Лебедева была разработана мощная полупроводниковая ЭВМ БЭСМ-6. БЭСМ-6 занимает особенное место в развитии и использовании вычислительной техники в СССР. Это первая в СССР супер-ЭВМ с производительностью один миллион операций в секунду [81].
- С 1922 по 1965 год в США произведено 300 миллионов радиоприемников [5].

1966

- На Землю переданы телевизионные изображения панорамы лунной поверхности с борта межпланетного КА «Луна-9», совершившего мягкую посадку на Луну (СССР) [15].
- Принят американский стандартный код для информационного обмена – ASCII (American Standard Code for Information Interchange). Семибитовый код ASCII позволяет использовать 128 символов [4].
- Радиовещательные передачи на УКВ велись в 165 крупных городах СССР. Для этого разработаны трехпрограммные УКВ ЧМ радиостанции с выходной мощностью по каждой программе 15 кВт [17].
- Английские ученые Ч.К. Као, Дж. Хокхем и независимо М. Борнер (ФРГ) предложили использовать волоконные световоды с уменьшенным коэффициентом затухания для передачи информации. Предполагалось передавать по ним световой луч, источником которого мог быть лазер или светоизлучающий диод [1, 20, 45, 46, 68, 76].
- Г. Кремер (США) изобрел лазер на двойной гетероструктуре [37, 41].
- Фирмой Хегох введена в обращение улучшенная модель факсимильного аппарата – *Magnafax Telecopier*. В конце 1970-х гг. японские компании создали новое поколение факс-аппаратов – более быстрых и более эффективных. К 1980-м компактные факс-машины (*improved fax machine*) революционизировали связь по всему миру [44].
- Создана компания Thomson SA (еще известная как Thomson Group) – ведущая французская компания, объединяющая более 115 промышленных компаний и отделений. Считается «технологически компетентной, но коммерчески консервативной» электронной фирмой, в основном ориентирующейся на военные заказы. Например, научно-исследовательским отделом компании была изобретена (1972) система

записи/воспроизведения на видеодиски. Но компания не обеспечила коммерческого распространения изобретения на рынке домашнего видео, а использовала устройство только в качестве аудиовизуального инструмента для военного обучения. В 1987 году Thomson SA приобрела у компании General Electric отделение бытовой электроники (включая RCA) и продала ей свое отделение медицинского оборудования. Выпускаемая продукция: электронная и электроаппаратура; электронные компоненты; аудио, видео и коммуникационные изделия; военное оборудование; проводная и кабельная продукция; осветительное и холодильное оборудование; финансовые услуги [4].

- А. М. Прохоров (СССР) построил новый тип мощного газового лазера - газодинамический.

1967

- В СССР насчитывалось 41,8 млн. радиоприемников и 38,9 млн. радиоточек, ежедневный объем радиовещания составлял 1000 часов [17].
- Состоялась передача цветного телевизионного изображения из Парижа в Москву [26].
- Компания Sony начала продажи первого в мире радиоприемника на микросхемах ICR-100 [4].
- Летом 1967 года ВВС-2 (Великобритания) первой в Европе начала цветное телевизионное вещание в системе PAL. В сентябре вещание в этой системе начала Германия. Октябрь – начало регулярных цветных передач по советско-французской системе цветного телевидения SECAM. Система PAL была принята в Западной Германии, Великобритании, Австралии, Новой Зеландии, во многих странах Азии, Африки, Южной Америки и Западной Европы (за исключением Франции). Система SECAM была принята во Франции, Люксембурге, Советском Союзе, странах Восточной Европы, в части стран Африки и Передней Азии. Обе системы до начала восьмидесятых годов использовали УКВ диапазон и развертку 406 строк в Великобритании и 819 строк во Франции [18].
- Изобретение карманного калькулятора с четырьмя функциями – Дж. Килби, Дж. Меримен, Д. ван Тассел (США) [1].
- Организация спутникового телевизионного вещания с помощью национальной системы «Орбита». Построены первые 20 наземных распределительных станций программы, включающей космические и наземные объекты. С 1972 года началось сооружение станций, рабо-

тающих в диапазоне дециметровых волн. В 1984 году по программе «Орбита» работало более 100 наземных станций, из них более 10 – приемо-передающих. Система обеспечивала радиосвязь и телевизионное вещание практически на всей территории СССР. [1, 4, 15]

- Получение и передача связным спутником Земли цветного телевизионного изображения Земли из космоса (СССР) [1].
- Проведено телевизионное управление с Земли процессом стыковки на орбите ИСЗ «Космос-186» и «Космос-188» (СССР) [15].
- Стартовала техника подавления шумов Долби – Dolby noise reduction [5].
- В Японии компания Nippon Telegraph and Telephone Company предложила проект общенациональной системы сотовой связи в диапазоне 800 МГц [4].
- Впервые поступили в продажу видеокассеты с записью фильмов [30].
- Великобритания (BBC), а следом за ней Западная Европа, перешли на 625-строчный стандарт телевещания PAL (Phase Alternation by Line). США и Япония используют 525-строчный NTSC (National Television System Committee), Франция и СССР выбрали для себя SECAM (Système Electronique Couleur Avec Memoire) [37].
- 5 ноября введена в эксплуатацию первая очередь Останкинской радиотелевизионной передающей станции с антенной башней из предварительно напряженного железобетона высотой 533 м – автор проекта Н.В. Никитин (СССР). С башни началась трансляция четырех телевизионных и трех радиовещательных программ. Строительство башни продолжалось до 26 декабря 1968 года. Некоторые параметры Останкинской телебашни: масса конструкций без фундамента – 32 000 т; диаметр ствола на высоте 63 м – 18 м; диаметр железобетонного ствола между 311 и 385,5 м – 8,2 м; полезная площадь помещений на башне – более 15 тыс. кв.м; высота главной смотровой площадки – 337 м; ресторан «Седьмое небо» на высотах – 328, 331 и 334 м; скорость вращения полов в ресторане – 1-3 об/час; радиус уверенного приема телевизионного сигнала – 110-120 км [1, 4, 15, 18].
- Дж. Хейлмейер (США) создал дисплей на жидких кристаллах – *Liquid Crystal Display* (LCD), используя эффект динамического рассеяния моды (DSM – *Dynamic Scattering Mode*) [62].

1968

- На московском заводе счетно-аналитических машин началось производство ЭВМ БЭСМ-6 с быстродействием 1 млн. операций в секунду

(показатель, превзойденный отечественными ЭВМ последующих выпусков только в начале 80-х годов при значительно более низкой, чем у БЭСМ-6, надежности). БЭСМ-6 выпускалась до 1987 года, всего было выпущено 355 машин [81].

- Sheffield Lab (Великобритания) осуществила первую прямую запись стереозвука на диск (без использования магнитофона). Было изготовлено только несколько пластинок [35].
- Sony создала улучшенную систему цветного телевидения – *The Trinitron Color Television* [44].
- Создаются кабельные ТВ системы [46].
- В. Штер (США) запатентовал одновибраторную и дипольную эллиптические антенны [99].
- Получение цветных изображений Луны (СССР) [1, 5].

1969

- В апреле фирма Philips выпустила первый бытовой черно-белый видеоманитфон [57].
- 20 июля 600 миллионов зрителей наблюдали первую передачу с Луны [5].
- В январе начала работу первая в США коммерческая система «сотовой» радиосвязи, созданная компаний Bell System. Сеть предоставляла услуги связи с использованием таксофонов пассажирам поездов, движущихся между Нью-Йорком и Вашингтоном. Система использовала 6 каналов в диапазоне 450 МГц. Частоты периодически повторялись в 9 зонах. Длина линии 225 миль (362 км). Среди специалистов и историков нет единого мнения по факту причисления данной системы к разряду «сотовых» [4].
- Начало функционирования INTERNET (первоначально ARPANET – *Advanced Research Project Agency Network*). Целью системы было обеспечить надежную связь, не подверженную внешнему вмешательству. Она представляла собой компьютерный протокол, обеспечивающий обмен данными между компьютерами [37].
- Окончание разработки и начало серийного выпуска на Красноярском заводе п/я 1 морской фазо-разностной навигационной системы «Кашалот» (СССР).
- Дж. Смит (США) и У. Бойл (Канада) создали приборы с зарядовой связью [62].

- В Японии начала работать цифровая радиорелейная система. Рабочая частота 2 ГГц, скорость передачи 17 Мб/сек, 240 телефонных каналов. Цифровые системы начинают вытеснять аналоговые [45, 68].

1970-е гг.

- Создаются динамический и конденсаторный микрофоны, обеспечивающие низкий порог чувствительности и высокое качество звука [22].

1970

- С. Деб и Р. Шоу (США) запатентовали электрохимический дисплей [37].
- Американская фирма Corning Glass объявила об улучшении технологии очистки стекла и получении оптических волокон с удельным затуханием 20 дБ/км, тем самым реализовав волокна, пригодные для организации волоконно-оптической связи [20].
- Р. Маурер, П. Шульц, Д. Кек и Ф. Капрон (США) из Corning Glass Works достигли уровня затухания сигналов в оптическом волокне 16 дБ/км – меньше предсказанного Као и Хокхемом (20 дБ/км). В настоящее время достигнут уровень 0,2 дБ/км [20, 44, 45, 68, 76].
- Специалисты фирмы Bell Lab. У. Бойл (Канада) и Дж. Смит (США) построили матрицу фоточувствительных элементов на приборах с зарядовой связью – безвакуумный аналог передающей ТВ трубки [13].
- Появление гибких (*floppy*) дисков [1].
- Управление с Земли роботом, функционирующим на космическом объекте (СССР). На Луну доставлен самоходный аппарат «Луноход-1», управление которым производилось с Земли при помощи телеаппаратуры. Аппарат передал на Землю стереоизображение лунной поверхности [1, 13, 15].
- В Японии фирма «Мацushита» (Matsushita) начала использовать адаптер, позволяющий телезрителю выбирать, на каком языке смотреть передачу – на японском или иностранном (передача велась синхронно на двух языках) [5].
- Дж. Фергасон, американский изобретатель и предприниматель, основоположник технологии производства и использования жидкокристаллических индикаторов, создал первые рабочие образцы индикаторов на жидких кристаллах (ЖКИ), провел общественную демонстрацию практических образцов ЖКИ, которые были приняты с большим энтузиазмом [4].

- Разработка операционной системы Unix – К. Томпсон, Д. Ритчи и Д. Макилрой из Bell Labs (США). Операционная система Unix создавалась в несколько этапов. Все начиналось в 1965-69 гг. В 1971 году торговая марка UNIX была запатентована Bell Labs для серии машин DEC PDP - 11/20, наиболее распространенных в университетах. За несколько лет UNIX претерпела несколько изданий, из которых наиболее популярны были шестое (1976) и седьмое (1979) [1].
- Разработан электретный микрофон. Регистратором звуковых колебаний служит постоянно заряженная полимерная пленочная диафрагма, покрытая с одной стороны металлом. Полевой транзистор, встроенный в корпус устройства, обеспечивает высокое входное сопротивление микрофона и равномерную частотную характеристику в диапазоне 30-15 000 Гц [4].
- Представлена «квадрофония» – система, использующая 4 независимых звуковых канала. Была прозвана «антиобщественной» из-за того, что позволяла только одному слушателю (в одном месте пространства) ощущать прелесть объемного звука. В дальнейшем не получила распространения, но какое-то время развивалась некоторыми компаниями (в частности, JVC) [4].

1971

- Ш.Д. Какичашвили (СССР) экспериментально обнаружено явление воспроизведения картины электромагнитного поля (теоретически обосновано им же в 1973 году) Явление лежит в основе поляризационной голографии [32].
- Разработка языка Pascal – Н. Вирт [1].
- Р. Томлинсон (США), сотрудник компании «Bolt Beranek and Newman, Inc.» (BBN), разработал почтовую программу для пересылки сообщений по распределенной сети. К марту 1972 года Томлинсон модернизировал свою программу, адаптировав ее для использования в сети ARPANET, предшественницы нынешней сети Интернет. Именно в это время в адресах электронной почты стал использоваться символ @ – «эт коммерческий» или, в просторечии, «собака», «собачка» [1, 143].
- В ноябре создана международная организация космической связи «Интерспутник» («Intersputnik»). По данным 2000 года, членами организации являлись 24 страны и свыше 100 государственных и частных компаний. Использует российский космический сегмент, состоящий

из спутников типа «Горизонт», «Экспресс» и «Галс». Всего арендуется около 30 ретрансляторов на 8 космических аппаратах, большая часть которых используется для теле вещания. В настоящее время создаются собственные спутники нового поколения LMI (разработка компании Lockheed Martin). Каналы спутников предоставляются для телекоммуникационных услуг, таких как теле- и радиовещание, передача голосовых сообщений и данных, видео конференц-связь (СССР) [4].

- В США компания General Telephone and Electronics (GTE) представила систему передачи и обработки данных для полиции «Digicom». Система позволяла диспетчерам идентифицировать и отслеживать местоположение патрульных автомобилей на экране монитора и проверять номерные знаки. Когда полицейский касался точки на экране монитора, то это место высвечивалось на диспетчерской карте. Система была создана компанией Sociosystems Products Organization [4].
- Американская компания Bell Laboratories представила в Федеральную Комиссию Связи (FCC) описание архитектуры системы радиотелефонной связи, получившей название «сотовая» (cellular) [4].
- Советский физик Ж. Алферов разработал полупроводниковые устройства на гетероструктурах – излучатели и фотоприемники для волоконно-оптической связи [20].
- В Индии начала работать единственная телевизионная станция с радиусом действия 20 миль (36 км) [5].
- Фирма Philips (Нидерланды) начала выпуск лазерных дисков, для которых лазер выполнял функцию иглы фонографа. Диски выпускались двух размеров – по 1 часу и по 30 мин. видеозаписи на каждой стороне. Фирма предполагала, что диск заменит видеокассеты, но для этого потребовалось несколько лет [5].
- К. Иизука (Япония) с коллегами создал голографический матричный радар – *Hologram Matrix Radar* [61].
- Американская фирма Statek, основанная в 1970 году американским физиком немецкого происхождения, начала изготовление и продажу кварцевых генераторов. При изготовлении генераторов использовалась фотолитография [62].
- М. «Тед» Хофф (США) из Intel Corporation изобрел кремниевый микропроцессор, ставший базой для персональных микрокомпьютеров [44, 46].

- М. Кочран и Г. Бун (США) из Texas Instrument запатентовали идею микрокомпьютера [37].
- Создана «микрокомпьютерная интегральная схема» (впоследствии названная микропроцессором). Микросхема 4004 содержала 2300 транзисторов, имела быстроедействие 60 тыс. операций в секунду, стоила 200 долларов, имела тактовую частоту 208 кГц, размер адресуемой памяти 640 байт. (В последние годы появилась информация о том, что в действительности первый микропроцессор появился в 1969 году в рамках работ по созданию бортового вычислителя для истребителя F 14) – М. Хофф, С. Мэзор, Ф. Феджина (фирма INTEL, США) [1, 4, 5].

1972

- Выпущены первые бытовые приемники, в которых использовались интегральные микросхемы – «Украина-201» и «Урал-301». Приемники собирались по супергетеродинной схеме, содержали 3 микросхемы (К2ЖА371, К2ЖА372, К2УС371) и 4 транзистора (СССР) [4, 17].
- 5 сентября фирма Philips выступила с ошеломляющей новостью: инженерами компании была разработана технология считывания лучом лазера аудиовизуальной информации с оптического диска. Дальнейшим развитием этой технологии стало создание музыкального CD, а затем многофункционального CD-ROM, разработанных в содружестве с Sony [13, 108].
- Разработка первого языка логического программирования Prolog (*Programmation en Logique*) – А. Колмероз, Ф. Руссель (Франция) и Р. Ковальский (Великобритания) [1].
- Создание языка Си – Д. Ритчи (США). Успех языка Си был неразрывно связан с тем, что в одном месте в одно и то же время появились сразу три творения, ставших культовыми: язык программирования Си, операционная система UNIX (UNiplexed Information and Computing System (UNICS)) и мини-компьютер PDP-11 (см. 1955 год). В Советском Союзе аналогом PDP-11 были семейства СМ-4 и СМ-1420 [1, 144].
- Фирма Sony создала Port-a-Pak – переносной видеомаягнитофон [29, 30].
- Цифровое телевидение покидает стены лабораторий [30].

1973

- 96 стран обеспечивают регулярные телевизионные передачи [5].

- 17 октября доктор М. Купер, инженер компании Motorola, получил патент на «Радиотелефонную систему». Купер был руководителем проекта в компании Motorola по созданию и установке базовой станции в Нью-Йорке, ставшей рабочим прототипом будущей системы сотовой связи. Для этой системы Купер разработал портативный телефон. 3 апреля М. Купер, прогуливаясь по центру Манхэттена, решил позвонить по телефону. Прохожие очень удивлялись и не понимали, что происходит: до появления коммерческой сотовой телефонии оставалось еще 10 лет (США) [4, 46].



Купер со своим портативным телефоном

- Во Франции создан микрокомпьютер [5].
- Американский космический корабль «Пионер-10» передал телевизионное изображение от Юпитера (расстояние 1 200 миллионов километров) [37].
- 12 сентября создан международный консорциум спутниковой связи INTELSAT (см. 1964 г.), обеспечивший первое международное использование цифровой техники с множественным временным доступом (TDMA). На начало 2000 года членами организации были 143 страны. INTELSAT – система спутниковой связи, основу космического сегмента которой составляют геостационарные спутники последних четырех поколений («Intelsat-5..8»). Пропускная способность одного спутника составляет 12-35 тыс. телефонных каналов. Через 19 спутников (начало 2001 года) передается примерно 2/3 международного трафика: телефония – 42%, Интернет – 14%, ведомственные сети связи – 25%, вещание – 19%. Услугами INTELSAT пользуются более чем в 200 странах [4].

1974

- Сооружен крупнейший радиотелескоп с многоэлементной антенной решеткой площадью 150 тыс. кв. м (СССР) [15].
- Прокладка волоконно-оптической линии связи (США) [1].
- Началось цветное телевидение в Австралии [5].
- Panasonic, дочерняя компания Matsushita, продемонстрировала в Нью-Йорке телевидение повышенного разрешения – 1125 строк в кадре [5].

- Начато применение 16-битового однокипового микропроцессора [37, 61].
- 25 марта Р. Морено, независимый французский изобретатель, получил патент на изобретение «портативного секретного объекта», состоящего из кристалла кремния (чипа), встроенного в форму подходящих размеров и пригодного для ношения (кредитная карточка, ремешок часов, ключи и т.п.). В настоящее время изобретение Морено известно под названием «смарт-карта» («Smart Card»). К концу 70-х гг. французская компания Bull CP8 и европейское отделение полупроводников компании Motorola довели изобретение до коммерческого применения [4].
- В СССР в диапазонах ДВ, СВ, КВ и УКВ работало свыше 1000 радиовещательных станций различной мощности, у населения насчитывалось 120 млн. трансляционных точек и радиоприемников [4, 17].

1975

- В. Гейтс и П. Аллен (США) создали первое математическое обеспечение для микрокомпьютеров, заложив основы для РС (*Personal Computer*) революции [37].
- Созданы интегральные схемы высокой интеграции – *Very-large-scale-integrated-circuits* (VLSI) [37].
- В декабре американской компанией MITS (Micro Instrumentation Telemetry Systems) представлен первый персональный компьютер MITS Altair 8800. Компьютер был разработан в 1973-1974 гг. Г. Робертсом, В. Ятесом и Дж. Байби. Цена компьютера составляла \$375. Он обладал 256 байтами памяти, не имел клавиатуры, дисплея и устройства хранения данных. Компьютер был назван по имени планеты Альтаир из эпизода фильма «Star Trek». Компания не имела успеха и в 1977 году была продана владельцами. Позже (1975) Б. Гейтс и П. Аллен, в то время студенты Гарварда, написали для компьютера свою первую программу – интерпретатор Бейсика. Через год (1976) ими была создана компания Microsoft [4].
- Western Electric и Bell Labs (США) осуществили первое натурное испытание оптической системы – они использовали 144 оптических волокна с потерями менее 6 дБ/км, позволившие осуществить связь на расстоянии 10 км. Длина световой волны, генерируемой лазером, составляла 0,82 микрона. Емкость линии превысила 100 000 телефонных каналов [37].

- Компания Sony выпустила «betamax», первый домашний видеомэгнитофон [28, 29, 30].
- Станции «Венера-9» и «Венера-10» доставили на орбиту Венеры искусственные спутники. Спускаемые аппараты обеих станций были снабжены панорамными телевизионными камерами, которые около часа передавали изображения поверхности Венеры. Искусственные спутники выполняли роль ретрансляторов (СССР) [13].
- Всесоюзный НИИ радиотехники (ВНИИРТ) создал перевозимый трехкоординатный малобазовый корреляционный комплекс пассивной радиолокации «База» (СССР) [102].

1976

- Радиопромышленность СССР выпустила 8,4 млн. радиоприемников и радиол, количество радиоточек достигло 66 млн. [17].
- Введена в действие первая спутниковая система непосредственного телевизионного вещания «Экран» (СССР) [1, 15].
- Британское телевидение начало использовать первую систему «теле-текст» [5, 29, 30].
- Компания Cray Research (США) создала первый суперкомпьютер четвертого поколения с векторно-конвейерной архитектурой Cray I. В 1985 году за ним последовал Cray II. Для улучшения охлаждения его платы были погружены в охлаждающую жидкость. За это машину называли «компьютером в аквариуме» [1, 44, 145, 146].

1977

- В СССР завершена разработка перевозимой трехкоординатной РЛС кругового обзора «Машук» для обнаружения и сопровождения аэродинамических целей и ракет в сложной помеховой обстановке [102].
- 10 мая – начало телевизионного вещания в Южной Африке. Правительство Претории вынуждено было уступить требованиям населения, хотя длительное время препятствовало появлению телевидения, поскольку оно «портит нравы». Половину времени вещание шло на английском языке, половину – на африкаанс.
- В Чикаго началась эксплуатация первой коммерческой системы волоконно-оптической связи, разработанной компанией Bell [4].
- Построен крупнейший радиотелескоп РАТАН-600 с кольцевым антенным рефлектором диаметром 600 м (СССР) [15].

- Создан «карманный» телевизионный приемник [37,61].
- С. Джобс и С. Возняк (США) в основанной ими в 1976 году фирме Apple Computer, Inc. выпустили Apple II – первый в мире персональный (настольный) компьютер [37, 44, 147]



1978

- В мае в Бахрейне телефонная компания Bahrain Telephone Company (Batelco) впервые начала эксплуатацию коммерческой системы сотовой телефонной связи. Две зоны с 20 каналами в диапазоне 400 МГц обслуживали 250 абонентов. Использовалось оборудование японской компании Matsushita Electric Industrial Co. Ltd. (известна по торговой марке «Panasonic»). Считается первой реальной системой сотовой связи в мире [4].
- В июле в Чикаго компания AT&T начала испытания системы «Advanced Mobile Phone Service» (AMPS). Сеть из 10 зон охватывала связью 21 000 кв. миль (54 000 кв. км). 20 декабря начались эксплуатационные испытания системы, работавшей в диапазоне 800 МГц. В оборудовании широко применялись микросхемы [4].
- Начали работать на орбите первые советские радилюбительские спутники связи «Радио-1» и «Радио-2» (СССР) [15].
- В Японии началось стерео-телевизионное вещание [5].
- Начало запуска спутников системы GPS (Global Position System). GPS использует 21 рабочий спутник и 3 резервных. Спутники находятся на орбитах высотой 20183 км, имеют период вращения 12 часов и передают сигналы на двух частотах в L-диапазоне. Используются два кода: режим P – точный и режим C/A (с ухудшенной точностью). Первые 10 спутников составляли так называемый «Блок I». Следующие 24 спутника (Блок II) были запущены в период с 1989 по 1994 год. В настоящее время гражданская авиация и невоенные потребители могут использовать только режим C/A (США) [1, 4].



Созвездие спутников системы GPS

- Канадское правительство ввело собственную систему видеотекста – Telidon. Система базировалась на альфа-геометрической технологии и обеспечивала качественную передачу текста и графиков [5].
- В университетском колледже Лондона создан акустический микроскоп – *Acoustic Microscope* [37].
- Американская система видеотекста ANTIOPE обеспечивала и телевидение, и передачу текста [5]. Видеотекст подобен телетексту и является электронной системой вывода информации на экран телевизора, снабженного декодером. Информация поступает с центрального компьютера с помощью модема или по кабелю. Кроме того, видеотекст позволяет взаимодействовать с пользователем.

1979

- Фирма Sony выпустила в продажу первую партию мини-плееров «Walkman», совершив революцию – до этого музыку нужно было «посещать», как картины в музее, а теперь она была со слушателем везде – на ходу и на пляже [33, 34].



Первый стерео приемник Walkman, TPS-L



Плеер MD Walkman MZ-R909

- Фирмы Sony (Япония) и Philips (Нидерланды) совместными усилиями способствовали введению в обиход компакт-дисков. С 1990-х гг. эта технология стала повсеместной [37, 44].
- Фирма Philips начала производство «LaserVision» – цифровой дисковой видеосистемы. В системе используется гелий-неоновый лазер, снижающий влияние шумов и дефектов диска. Размер плеера не больше кассетного (Нидерланды) [5, 29, 30].
- Японская фирма JVC (Japan Victor Co.) начала производство дисковой видеосистемы, использующей сапфировый «стилус». В отличие от голландской системы фирмы Philips, японская позволяет прослуши-

вать и аудио, и видеопрограммы без дополнительной настройки. Долговечность стилуса 2000 часов [5].

- На Всемирной административной конференции в Женеве принят регламент радиосвязи, включающий распределение частотного спектра от 3 кГц до 3000 ГГц [4].
- Создана международная организация подвижной спутниковой связи «Inmarsat» (International Maritime Satellite Organization). В 1999 году в состав организации входило 79 государств. Доли крупнейших участников: 25% – США, 13,8% – Великобритания, 12% – Норвегия. Система спутниковой связи «Inmarsat» охватывает Атлантический, Индийский и Тихоокеанский регионы, над каждым из которых находятся по 1-2 спутника (всего 8 на начало 1999 года), что обеспечивает покрытие практически всей поверхности Земли (за исключением приполярных районов). По мере увеличения трафика число спутников в каждом регионе может наращиваться за счет резервных. Основу системы составляют спутники «Inmarsat-2» и «Inmarsat-3». С 1982 года предоставляются услуги связи для морских судов, с начала 1990-х гг. – для авиационного и наземного транспорта [4].
- Федеральная комиссия по средствам связи США (FCC) сообщает, что в США действует 8 651 радиостанция – 4549 АМ и 4102 ЧМ, используется более 400 млн. приемников в домах и автомобилях [4].
- В мире работают 300 миллионов телевизоров [5].
- Компания Bell Labs (США) представила первый цифровой сигнальный процессор (DSP) – важнейшее устройство сотовой и радио связи. DSP в устройствах связи – то же, что процессор в компьютере [4].
- В Москве английской компанией Multitone развернута первая система персонального вызова (пейджинг) «Радиопоиск» с охватом всей территории города. Система появилась благодаря подготовке к Московской Олимпиаде и первоначально решала задачу быстрой передачи команд исполнителям торжественных мероприятий и для координации их действий. Работала на частоте около 43 МГц [4].
- В декабре в Токио (Япония) начала работу первая сотовая сеть связи из 88 базовых станций. Сеть была создана компанией NTT (Nippon Telegraph and Telephone) и работала в 23 районах города. Оборудование было изготовлено компаниями Matsushita и NEC (Nippon Electric Company). Через 5 лет сеть была расширена до масштабов всей страны [1, 4, 5].

- Японская фирма Matsushita запатентовала «карманный» телевизор с плоским жидкокристаллическим экраном. Телевизор имел размер книги [5].

1980

- В СССР завершена разработка РЛС СТ-68 – подвижного трехкоординатного радиолокатора для обнаружения и сопровождения маловысотных целей при наличии активных и пассивных помех и отражений от земной поверхности в сложных метеоусловиях [102].
- Выбор ОС DOS компании Microsoft в качестве операционной системы для персональных компьютеров – фирма IBM (США) [1].
- Спутниковая система Intelsat V обслуживает 12 000 телефонных вызовов и два цветных телевизионных канала [29].
- На GaAs MESFET (Metal-Semiconductor FET) транзисторах достигнута мощность 10 Вт на частоте 10 ГГц [100].

1981

- В Англии начали использовать карманный телевизор Microvision. Телевизор показывал черно-белую картинку на экране с диагональю 3 дюйма (7,5 см), имел встроенный ФМ приемник. Розничная цена £50 (\$100) [5].
- 1 сентября в Саудовской Аравии введена в действие первая в мире сотовая телефонная сеть по стандарту NMT (Nordic Mobile Telephony) [4].
- Началась эксплуатация оптической сети связи, связавшей Бостон, Нью-Йорк и Вашингтон. Сеть была создана компанией «Bell Labs» [4].
- Лазер используется для записи и воспроизведения видеодисков [37].
- Компания IBM анонсировала первый персональный компьютер (процессор Intel 8088, операционная система MS DOS – *Microsoft Disc Operating System*) [4, 44, 46].
- «Мышь» становится непременным атрибутом компьютера.
- Начало массового производства персональных компьютеров с открытой архитектурой – фирма IBM (США) [1].

1982

- В Японии начато вещание на базе цветной телевизионной системы высокой четкости [18].
- В Японии изготовлен телевизор, который можно носить на руке, как ручные часы [5, 29, 41].

- В Ленинграде во ВНИИ телевидения была завершена разработка, а затем изготовлен и впервые в мире показан на выставке в Монтрё комплект оборудования студии цифрового телевидения, включая аппаратуру сжатия цифрового потока. Это событие заметно повлияло на широкомасштабное освоение методов и средств цифрового ТВ-вещания. По предложению советских специалистов, прежде всего М.И. Кривошеева и В.А. Хлебородова, был разработан и принят международный стандарт цифрового кодирования видеосигнала «Рекомендация 601» [27].
- Европейская организация СЕРТ (Conference of European Posts and Telegraphs) в целях изучения и разработки общеевропейской системы сотовой подвижной связи общего пользования создала рабочую группу, получившую название GSM (Groupe Special Mobile). В 1989 году координирование новой системы перешло к ETSI (European Telecommunication Standards Institute) [4].
- 23 июля радиостанция «KDKA» (см. 1920 г.) стала первой в мире радиостанцией, вещающей в стереорежиме с амплитудной модуляцией [4].
- Японские разработчики приступили к проекту «компьютерные системы пятого поколения», ориентируясь на принципы искусственного интеллекта [1].
- Начало запуска спутников системы ГЛОНАСС (Глобальная Орбитальная Навигационная Спутниковая Система). Состоит из 21 основного спутника и 3 резервных. Эти спутники находятся на круговых орбитах высотой 19100 км, имеют период вращения 11 час. 15 мин. и передают сигналы на одной частоте, используя одинаковый псевдошумовой код. Спутники созданы в НПО прикладной механики, г. Железногорск, Красноярского края [1].
- Началась эксплуатация системы спутниковой связи на море (ИНМАРСАТ) [14].

1983

- Советские межпланетные космические аппараты «Венера-15» и «Венера-16» начали радиолокационную съемку поверхности Венеры и передачу информации на Землю (руководитель работ В.А. Котельников) [15].
- Лазер на борту самолета ВВС США «сбил» ракету, разбалансировав ее систему управления [41].

- Создание сотовой системы подвижной радиосвязи (США) [5].
- Компания Texas Instruments (США) представила однокристалльный цифровой сигнальный процессор (DSP) производительностью более 5 млн. операций в секунду. Современные процессоры DSP выполняют более 35 млн. операций в секунду [4].
- Создан и принят на вооружение автоматизированный комплекс пассивного определения координат наземных РТС «Игла-5» и ракетный комплекс 9К79 с ракетой «Точка-1», оснащенной противорадиолокационной головкой самонаведения (СССР).
- 12 октября в Чикаго начала функционировать первая сеть аналоговой сотовой телефонной связи протокола AMPS (Advanced Mobile Phone Service), созданная компанией Bell Laboratories [4].
- Разработка языка C++ (объектное расширение языка Си) – Б. Страуструп (США). Книга Б. Страуструпа «Язык программирования C++» – одна из самых широко читаемых книг из своей области, она была переведена на 19 языков [1].

1984

- Организация сети видеоконференцсвязи (Германия) [1].
- 1 января в США закрылась «Western Electric Company» (см. 1876 г.) Компания «более старая, чем телефон» [4].
- Радиолокационная съемка Венеры с помощью автоматических межпланетных станций – А.Ф. Богомолов (СССР) [1].
- Фирма Apple выпустила компьютер Macintosh [46].
- Завершена разработка цифровой станции тропосферной связи «Бриг-2А» (г. Красноярск, СССР).

1985

- Начало широкого использования CD-дисков – компания Sony представила портативный проигрыватель компакт-дисков «Дискмен», что привело к буму на рынке компакт-дисков [33, 34].
- Фирма Sony начала выпускать радиоприемники размером с кредитную карту [5].
- В Японии разработано трехмерное телевидение, для просмотра которого не требуются специальные очки [29].
- Выпуск суперкомпьютера Cray-2 с производительностью 1 млрд. операций в секунду (США) [1].

1986

- Станции с ЧМ в Европе начали использовать несущую частоту сигнала для передачи цифровых данных. Эта RDS система (Radio Data System) передавала данные с дисплеев компьютеров [21, 23].
- Первый международный оптический подводный кабель между Великобританией и Бельгией обеспечил обслуживание 11 500 каналов [37].
- Из космоса на Землю переданы телевизионные изображения ядра кометы Галлея с пролетной траектории космических аппаратов «Вега-1» и «Вега-2» (СССР) [15].
- Всесоюзный НИИ радиотехники (ВНИИРТ) создал двухкоординатную РЛС для обнаружения низколетящих целей дежурного режима в твердотельном исполнении «Каста-2» и в 1990 году – «Каста 2-2» (39Н6) (СССР) [102].

1987

- Половина телезрителей США перешла на кабельное телевидение [5].

1988

- Первый трансатлантический оптический подводный кабель между Европой и Америкой, TAT 8, обслуживал одновременно 40 000 разговоров. Спроектирован фирмами AT&T (США), British Telecom и France Telecom [37].
- Создание флэш-памяти – фирма Intel (США) [1].
- Студент выпускного курса Р. Моррис (США) запустил разработанную им вирусную (worm) программу в Internet и обратил внимание на проблему обеспечения безопасности сетей. Попытки создать вирус были и раньше. Первыми известными вирусами являются Virus 1,2,3 и Elk Cloner для ПК Apple II. Оба вируса очень схожи по функциональности и появились независимо друг от друга с небольшим промежутком во времени в 1981 году. В сентябре 1984 года была опубликована статья Ф. Козна (США), в которой автор исследовал разновидность файлового вируса. Именно Козна принято считать автором термина «компьютерный вирус». Р. Моррис создал первый массовый сетевой червь. Вирус изначально разрабатывался как безвредный и имел целью лишь скрытно проникнуть в вычислительные системы, связанные сетью ARPANET и остаться там необнаруженным. Вирус не остался скрытым и полностью безопасным, как задумывал автор, в силу незначительных ошибок, допущенных при разработке, которые привели

к стремительному неуправляемому саморазмножению вируса. По самым скромным оценкам, инцидент с червем Морриса стоил свыше 8 миллионов часов потери доступа и свыше миллиона часов прямых потерь на восстановление работоспособности систем. Ущерб был бы гораздо больше, если бы вирус изначально создавался с разрушительными целями. Червь Морриса порастил свыше 6200 компьютеров. В результате вирусной атаки большинство сетей вышло из строя на срок до пяти суток [1, 184].

- С помощью серии 88000 32-разрядных RISC микропроцессоров скорость обработки данных доведена до 17 млн. операций в секунду – фирма Motorola (США) [1].
- Компанией Bell Labs (США) введен в эксплуатацию трансатлантический волоконно-оптический кабель, связавший Северную Америку с Европой. Кабель длиной 3148 миль (5066 км) мог обрабатывать одновременно до 40 000 телефонных звонков [4].
- Введена в действие волоконно-оптическая линия связи Ленинград – Сосновый Бор протяженностью 120 км [1, 15].

1989

- Начала работать спутниковая система «Москва-Глобальная», обеспечивающая прием советских телевизионных программ на территории почти всех стран мира [15].
- Создание микропроцессора 80486, содержащего 1,2 млн. транзисторов – фирма Intel (США) [1].
- Выведена на околоземную орбиту космическая обсерватория «Гранит» с рентгеновскими телескопами (СССР) [15].
- Основание фирмы Cray Computer и разработка суперкомпьютера Cray-3, использующего микросхемы на арсениде галлия – С. Крей (США) [1].

1990

- В мире 800 млн. телевизоров, в СССР – 90 млн. Ежегодно во всех странах выпускалось 70 млн. телевизоров, в том числе в Китае 14 млн., в Японии 13,6 млн., в СССР 9,7 млн., в Южной Корее 9,6 млн., в Германии 3,8 млн., во Франции 1,2 млн. На 1000 человек населения приходилось: в США 646 телевизоров, в Великобритании – 457, во Франции – 365, в СССР – 310. По оценке специалистов, в 2000 году количество телевизоров в мире должно было превысить 1,3 млрд., должен

был начаться перевод телецентров на цифровое вещание высокой четкости при удвоении числа строк и формате кадра 16:9 [13].

- ETSI (European Telecommunication Standards Institute) опубликовал спецификацию первой версии стандарта GSM [4].
- В Великобритании начала внедряться система сотовой мобильной связи, работающая на частоте 1800 МГц (DCS 1800 – Digital Cellular System 1800 МГц) [4].
- В июне правительственная промышленная группа продемонстрировала в Канаде цифровую радиосистему европейского производства Eureka-147. Система работала в L-диапазоне, свободном от паразитных помех, вызванных отражениями от зданий. В 1992 году L диапазон был выделен Всемирной административной радио конференцией (World Administrative Radio Conference) для цифрового радиовещания [36].

1991

- В Москве и Санкт-Петербурге введены в эксплуатацию первые в России сотовые сети связи [1, 15].

1992

- В России разработана трехкоординатная РЛС средних и больших высот с фазированной антенной решеткой в твердотельном исполнении «Гамма-Д». Начата разработка мобильной трехкоординатной РЛС «Гамма-С1» обнаружения, наведения и целеуказания с ФАР [102].
- Принята программа развития системы спутниковой связи и вещания «Россия», предусматривающая создание трех подсистем: фиксированной спутниковой службы, подвижной связи и непосредственного телевизионного вещания [15].
- Создание компьютера Cray Y-MP C90 производительностью 16 flops (flops, flop/s, флопс или флоп/с (акроним от англ. *Floating point Operations per Second*, произносится как *флопс*) – единица, используемая для измерения производительности компьютеров, показывающая, сколько операций с плавающей запятой в секунду выполняет данная вычислительная система) на 16 процессорах – фирма Cray Research (США) [1].
- Создание в Европе цифровой сети сотовой радиотелефонной связи стандарта GSM и DECT [1].
- В сентябре Д. Зиминым организована компания «ВымпелКом» с привлечением в качестве учредителей КБ «Импульс», Радиотехнического

института им. Минца и ряда других предприятий. В июне «Вымпел-Ком» совместно с американским предпринимателем Оги Фабелой развернула в Москве небольшую пилотную систему сотовой связи стандарта AMPS с начальной емкостью 200 абонентов. В январе 1993 года АО «ВымпелКом» получило лицензию Минсвязи РФ на предоставление услуг сотовой связи в стандарте AMPS в Москве.

- В продажу поступили цифровые компакт-кассеты (DCC – *digital compact cassette*) (США) [5].
- Экспериментальный цифровой ФМ передатчик начал вещание в Париже [193].

1993

- Создание процессора Pentium, который содержит 3,1 млн. транзисторов при топологическом размере 0,8 мкм и тактовой частоте до 166 МГц. Применена суперскалярная архитектура с глубокой конвейерной обработкой – Intel (США) [1].
- Развертывание спутниковой радионавигационной системы второго поколения GPS NAVSTAR (США) [1].
- Вступила в эксплуатацию цифровая подводная волоконно-оптическая линия связи Дания – Россия (г. Кингисепп), положившая начало участию России в создании глобального кольца цифровой связи [1, 15].
- 28 октября Московской Городской Телефонной Сетью (МГТС), Deutsche Telecom (DeTeMobil), Siemens и еще несколькими акционерами было образовано закрытое акционерное общество МТС (Мобильные Теле Системы). 19 ноября МТС получило первую лицензию на оказание услуг сотовой связи стандарта GSM. 15 мая 1994 года в сети МТС были совершены первые звонки, 7 июля 1994 года МТС начала подключать первых абонентов.
- Сдана в эксплуатацию первая система цифровой транкинговой связи «Tetrapol» на основе технологии FDMA (*Frequency Division Multiple Access* – множественный доступ с частотным разделением каналов) для французской жандармерии (RUBIS). Система была разработана французской компанией «Matra Communications» [4].

1994

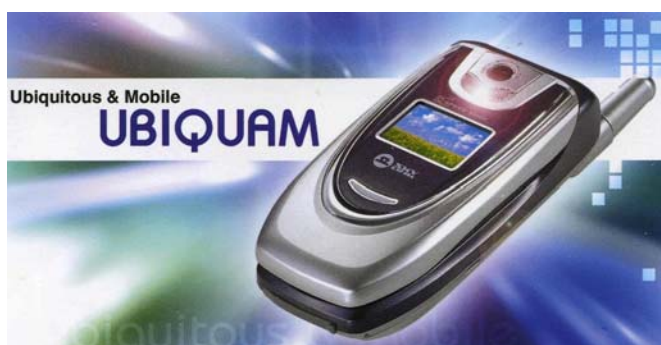
- Запущен и вступил в эксплуатацию ИСЗ «Галс» для системы непосредственного телевизионного вещания – НПО прикладной механики (Россия) [15].

- Американская компания «Selectone» представила транкинговую технологию «Smar Trunk II» [4].
- В США компанией «Nextel Communications» пущена в эксплуатацию первая коммерческая сеть на основе цифровой транкинговой технологии фирмы «Motorola». На начало 2000 года она являлась крупнейшей коммерческой транкинговой сетью в мире [4].

1995

- ВВС (БиБиСи) начала регулярное цифровое вещание [5].

- Создание цифровой сети со-
товой связи с кодовым раз-
делением каналов стандарта
CDMA (Гонконг) [1]. Стан-
дарт позволяет передавать в
одном частотном канале де-
сятки телефонных разгово-
ров на малом уровне мощ-
ности.



*Мобильный телефон U-105 стандарта CDMA
Южная Корея, 2005 год*

- Доказательство Великой теоремы Ферма. П. Ферма (Франция) в XVII веке высказал предположение, что не существует равенства $x^n + y^n = z^n$, где x, y, z – целые числа, а n – целое число, большее двух, получившее впоследствии название «Великой теоремы Ферма». Доказательство занимает 150 страниц текста – Э. Уайлс (США) [1].
- Начало эры гига-чипов. Создание гигабитной динамической памяти (фирмы «Хитачи» и «НЕК»), первого микропроцессора, совершающего миллиард операций в секунду [1].

1995-1996

- Завершен первый этап строительства супермагистралей связи (Россия – Дания, Италия – Турция – Украина – Россия, Россия – Япония – Корея, Москва – Хабаровск) на основе цифровых волоконно-оптических и радиорелейных линий связи и современного цифрового оборудования [15].

1996

- 17 декабря Генеральная Ассамблея ООН провозгласила 21 ноября Всемирным днем телевидения в ознаменование даты проведения в 1996 году первого Всемирного телевизионного форума. Государствам

было предложено отмечать этот день, поощряя глобальные обмены телевизионными программами, посвященными таким проблемам, как мир, безопасность, экономическое и социальное развитие и расширение культурного обмена [26].

- Швеция начала цифровое радиовещание с помощью четырех передатчиков по системе Eureka 147 [5].
- Объявление о выпуске Pentium Pro – фирма Intel (США).

1997

- Первый сеанс двусторонней связи с Марсом и организация радиоканала для управления роботом на его поверхности (США) [1].
- 8 октября компании «Nortel» и «Norweb Communications» объявили о создании новой технологии, которая позволяет передавать данные по линиям электропередачи со скоростью до 1 мегабита в секунду. Через два месяца (в декабре) в Манчестере (Великобритания) была проведена первая публичная демонстрация технологии [4].

1998

- В мае 1997 года одна из корейских фирм начала разработку первого в мире портативного МРЗ-плеера. По аналогии с «Уолкменом» и «Дискменом» новое изобретение получило название «Эмпимен». Первые прототипы имели всего 16 Мб энергонезависимой памяти, такой объем еще не мог соперничать с компакт-дисками – в «Эмпимен» «помещалось» всего полчаса музыки. 1998 год стал первым годом МРЗ-плеера в качестве коммерческого продукта, увеличение объема памяти производилось по мере миниатюризации компонентов [33, 34].

1998-1999

- В рамках двух проектов Европейского союза (European Union-funded Advanced Communications Technologies and Services – ACTS и Mobile Television and Innovative Receivers - MOTIVATE) в лабораторных и натурных условиях проводились исследования эксплуатационных возможностей приема цифровых телевизионных каналов в формате DVB-T. Результаты подтвердили, что высококачественный прием передач цифрового телевидения в движущемся транспорте действительно возможен [27].

2000

- 2 июля в Нижнем Новгороде впервые в России началось экспериментальное цифровое телевизионное вещание по европейскому стандарту DVB-T [27].

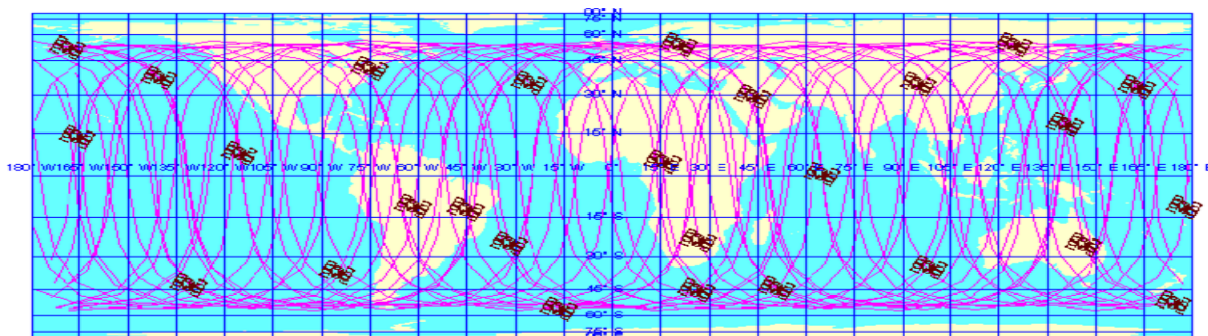
- Осуществлен запуск спутников связи нового поколения «Экспресс-А» (Россия) [15].
- Создание высокоскоростных цифровых сетей сотовой связи стандарта GPRS с мультимедийными услугами [1].

2001

- Всероссийский НИИ радиотехники (ВНИИРТ) изготовил первый серийный образец радиолокационной станции «Гамма-С1». Начаты разработки по созданию корабельных РЛС с ФАР (Россия) [102].

2003

- Создание биокомпьютера, состоящего из 3 трлн. изолированных молекул ДНК, способных выполнять 66 млрд. операций в секунду, причем энергию поставляют сами молекулы ДНК, расщепляемые ферментом – Р. Адар, Я. Бененсон, Ц. Ливнех, Т. Пац-Элизур, Э. Шапиро (Израиль) [1].



Орбиты космических аппаратов GPS (НАВСТАР)

РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РОССИИ – XX ВЕК

Всероссийский НИИ радиотехники

Институтом разработано более 50 типов РЛС различных диапазонов волн. Практически все отечественные предприятия радиолокационного профиля начинали с освоения разработок ВНИИРТ. На основе разработок ВНИИРТ изготовлено более 10000 РЛС и около 3000 поставлено во многие страны мира [102].

- 1921** В соответствии с постановлением СТО РСФСР и мандатом В.И. Ленина создано Особое техническое бюро (Остехбюро)
- 1921-** Остехбюро проводило НИОКР по созданию средств вооружения для
- 1939** Красной Армии, ВВС и ВМФ: устройств управления взрывами на расстоянии, средств связи, авиабомб, авиаприцелов, устройств радиоуправления самолетами и кораблями-мишенями, образцов минно-торпедного оружия.
- 1937** Остехбюро преобразовано в Научно-исследовательский институт (НИИ-20, затем НИИ-244, ЯРТИ, ВНИИРТ)
- 1939** Начало разработки радиолокационных средств для обнаружения самолетов.
- 1940** Принятие на вооружение РЛС дальнего действия «Редут-40» (РУС-2). Создание корабельной РЛС «Редут-К».
- 1942** Разработка и изготовление РЛС РУС-2С («Пегматит-2»). Создание опытного образца первой отечественной самолетной РЛС «Гнейс-2» метрового диапазона с излучаемой мощностью до 10 кВт.
- 1941-** Находясь в эвакуации в Барнауле, НИИ разрабатывает РЛС П-2, П-2М,
- 1945** П-3 («Пегматит-3») метрового диапазона волн; самолетные РЛС «Гнейс-2М», «Гнейс-5», «Гнейс-5М» для ВВС и морской авиации; корабельные РЛС «Гюйс-1» и «Гюйс-1М» для обнаружения надводных и воздушных целей. Было изготовлено и поставлено на фронт более 700 радиолокационных станций.
- 1944** Институт награжден орденом Трудового Красного Знамени.
- 1949** Создание базовой РЛС 10-сантиметрового диапазона «Перископ» (П-20), явившейся прототипом большого класса радиолокаторов дальнего обнаружения и определения координат воздушных целей. Создание радиорелейной линии «Рубин».
- 1950** Создание РЛС «Обсерватория» (П-50) для определения координат воздушных целей и наведения истребителей с передачей данных на командный пункт войск ПВО. Создание радиорелейной линии РЛ-30.

- 1952** Разработка радиолокационного комплекса «Кама» для стационарных узлов защиты Москвы С-25 и радиорелейной линии «Цепочка».
- 1955** Создание радиолокационного высотомера «Конус» (ПРВ-10).
- 1956** Создание передвижной РЛС П-30. Создание передвижной двухкоординатной РЛС «Тропа» для обнаружения низколетящих целей, а также наземных радиозапросчиков НРЗ-20, НРЗ-50, НРЗ-100, НРЗ-15,
- 1958** Разработка РЛС П-35.
- 1961** Разработка стационарной трехкоординатной РЛС «Памир» (П-90). Создание радиолокационного высотомера «Вершина» (ПРВ-11).
- 1962** Разработка подвижного радиолокационного комплекса «Алтай» (П-80 и П-80А) для обнаружения воздушных целей, наведения истребителей и выдачи целеуказания зенитным ракетным комплексам.
- 1975** Создание перевозимого трехкоординатного малобазового корреляционного комплекса пассивной радиолокации «База».
- 1977** Создание мобильной РЛС кругового обзора «Машук» для обнаружения и сопровождения аэродинамических целей и ракет в сложной помеховой обстановке.
- 1980** Завершена разработка подвижной трехкоординатной РЛС СТ-68 для обнаружения и сопровождения маловысотных целей в активных и пассивных помехах при наличии отражений от земной поверхности в сложных метеоусловиях.
- 1986** Создание двухкоординатной РЛС «Каста-2» (35Н6) для обнаружения низколетящих целей в твердотельном исполнении.
- 1990** Создание усовершенствованной твердотельной РЛС обнаружения низколетящих целей «Каста-2-2» (39Н6)
- 1992** Разработка трехкоординатной РЛС средних и больших высот с фазированной антенной решеткой (ФАР) в твердотельном исполнении «Гамма-Д».
- 1997** Завершена разработка мобильной трехкоординатной РЛС «Гамма-С1» для обнаружения, наведения и целеуказания с ФАР. Поставка в Южную Корею фазированной антенной решетки для модернизации зенитного ракетного комплекса.
- 1998** Поставка в Грецию двух РЛС «Каста-2Е».
- 1999** Начало серийного производства РЛС «Гамма-С1».
- 2001** Начало работ по созданию корабельных РЛС с фазированной антенной решеткой.
- 2002** Завершена разработка и проведены летные испытания твердотельной РЛС с цифровым диаграммообразованием для ЗРПК «Панцирь-С1».



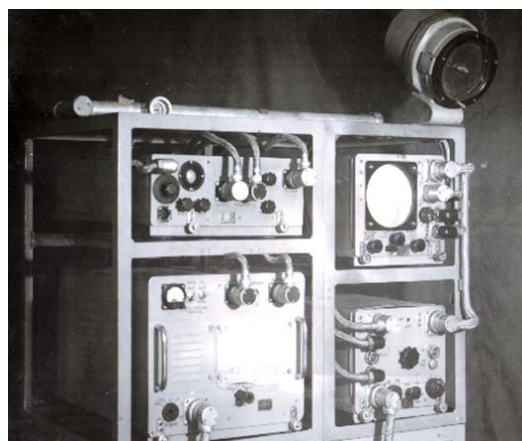
РУС-2, 1939-1940 гг.



П-3, 1944 год



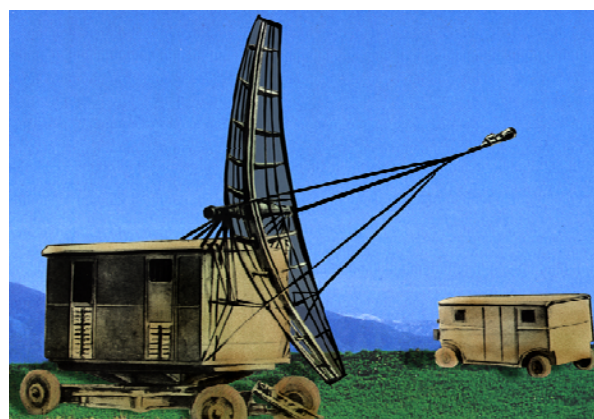
Гнейс-2, 1942 год



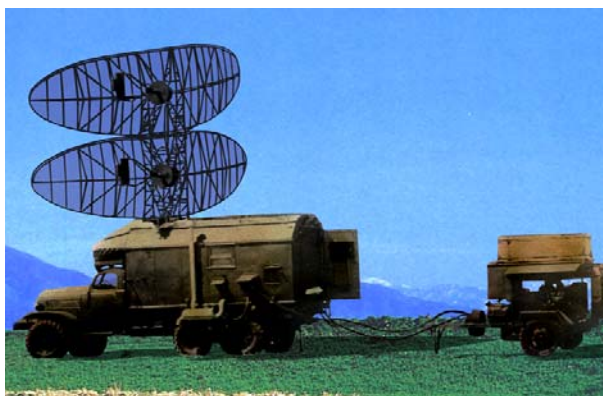
Гюйс-1м, 1944 год



П-20, 1949 год



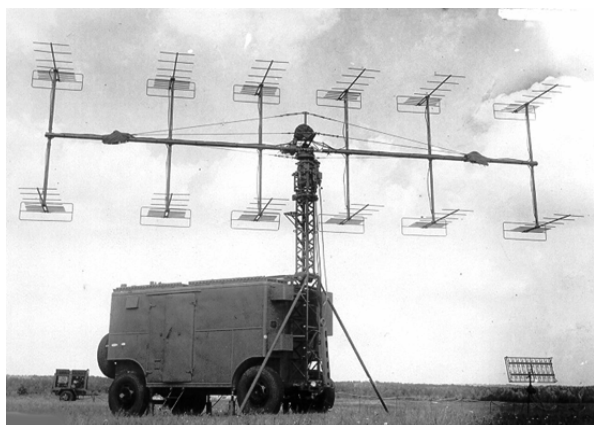
ПРВ-10, 1955 год



П-15, 1955 год



П-90, 1961 год



П-12



64Н6



Гамма-Д, 1992 год

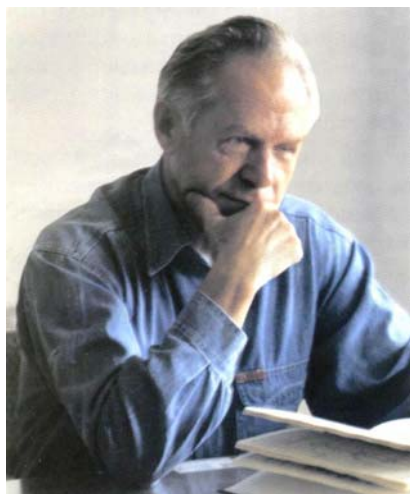


IPCI-1

**ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М.Ф. Решетнева»**

Научно-производственное объединение прикладной механики (с 2008 года – ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева) – одно из основных предприятий аэрокосмической индустрии России с уникальным опытом полного цикла создания и эксплуатации космических систем связи, телевидения, передачи данных, навигации и геодезии [104].

1959



М.Ф. Решетнев (1924-1996)

Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР принято решение о создании на территории Красноярск-26 (ныне – г. Железногорск) филиала ОКБ-1 (ныне – НПО «Энергия»). Начальником и главным конструктором филиала ОКБ-1 был назначен кандидат технических наук М.Ф. Решетнев, впоследствии академик РАН, Герой социалистического труда, лауреат Ленинской и Государственной премий, генеральный конструктор и генеральный директор НПО ПМ.

- 1962-** Создание ракет-носителей 11К65, 11К65М («Космос») для выведения на орбиты до 1500-2000 км спутников весом до 500 кг. К 1996 году было
- 1964** изготовлено 300 ракет.
- 1962-** Создание экспериментальных спутников связи специального назначения
- 1965** 11Ф610 и 11Ф611. Запущено 29 ИСЗ.
- 1967** Создание спутника связи «Молния-1» (запущено 29 ИСЗ), высотного зонда для исследования земной атмосферы до 4000 км, навигационно-связного спутника 11Ф617.
- 1968** Создание геодезического спутника «Сфера». Запущено 19 ИСЗ.
- 1970** Создание спутников связи специального назначения 11Ф625 и 11Ф626. Разработка исследовательского ИСЗ для АН СССР
- 1971** Создание связного и телевизионного спутника «Молния-2». Запущено 17 ИСЗ.
- 1973** Создание связного спутника «Молния-1Б».
- 1974** Первые запуски в России с выводом на геостационарную орбиту ракетой «Космос-637» макета ИСЗ «Радуга» и спутника «Молния-М1С». Создание связного и телевизионного спутника «Молния-3» (48 ИСЗ) и навигационно-связного спутника 11Ф627 (86 ИСЗ).
- 1975** Создание связного спутника «Радуга». Запущено 32 ИСЗ.

- 1976** Создание спутника для непосредственного телевидения «Экран» (17 ИСЗ) и навигационного спутника «Цикада» (12 ИСЗ).
- 1978** Создание связного и телевизионного спутника «Горизонт» для передачи программ телевидения, телефонно-телеграфной связи, связи судов с береговыми станциями. Запущен 31 ИСЗ.
- 1981** Разработка геодезического спутника «Гео-ИК» для создания региональных геодезических сетей, определения параметров гравитационного поля Земли, координатной привязки, изучения топографии Мирового океана. Запущено 13 ИСЗ.
- 1981** Создание радиолобительского спутника «Радио». Запущено 7 ИСЗ.
- 1982** Создание связного спутника «Поток». Запущено 9 ИСЗ.
- 1982** Создание спутника системы КОСПАС-САРСАТ «Надежда». Запущено 11 ИСЗ.
- 1982** Разработка и начало запусков навигационного спутника «Глонасс». Всего запущен 81 ИСЗ.
- 1983** Создание связного спутника «Молния-1Т». Запущено 25 ИСЗ.
- 1985** Создание связного спутника 17Ф13. Запущено 102 ИСЗ.
- 1985** Разработка спутника «Луч» для ретрансляции информации управления пилотируемыми КА, передачи телевидения с малых репортажных станций, телемедицины. Запущено 4 ИСЗ.
- 1987** Создание спутника второго поколения для непосредственного телевидения «Экран-М». Запущено 3 ИСЗ.
- 1989** Разработка и запуск пассивного геодезического спутника «Эталон» (2 ИСЗ), связного телевизионного спутника «Радуга-1» (3 ИСЗ).
- 1992** Создание спутника «электронная почта» «Гонец-Д».
- 1994** Создание спутника для непосредственного телевидения «Галс», ИСЗ системы фиксированной связи «Экспресс», радиолобительского спутника «Радио-РОСТО».
- 1995** Создание спутника для ретрансляции информации передачи данных «Луч-2».
- 1996** Создание спутника «электронная почта» «Гонец-Д1». Запущено 6 ИСЗ.
- 1997** Создание связного навигационного спутника «Зая».
- 1999** Разработка связного спутника SESAT для международной организации ЕВТЕЛСАТ, усовершенствованного спутника системы фиксированной связи «Экспресс-А», экспериментального спутника РВСН-40.
- 2000-**
2002 Разработка спутника для непосредственного телевидения второго поколения «Галс-Р16», ИСЗ системы фиксированной связи нового поколения «Экспресс-К», навигационного спутника второго поколения «Глонасс-М», спутника «электронная почта» «Гонец».



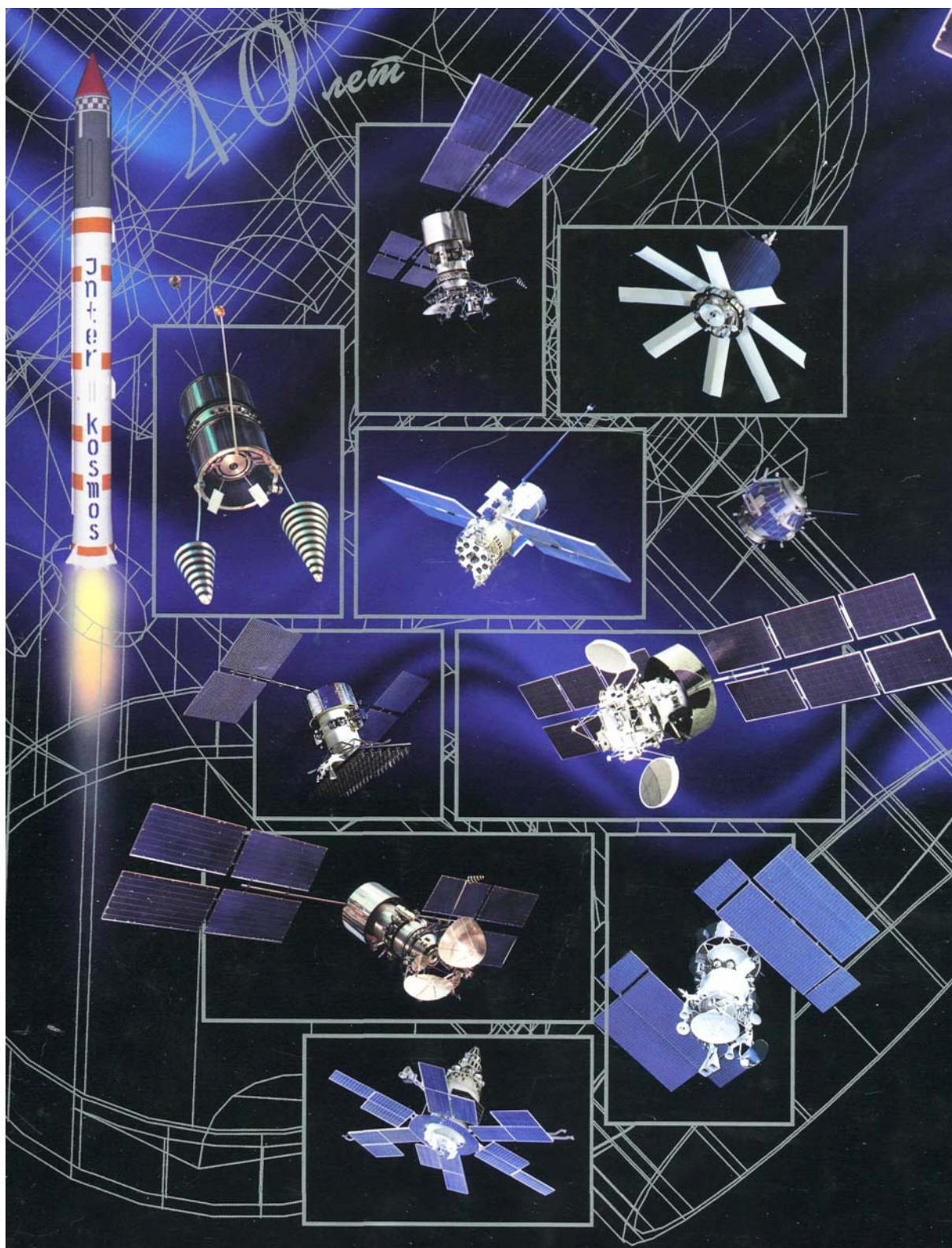
Вид на центральную часть территории предприятия, г. Железногорск



*Спутник связи и распределительного телевидения
«Молния-3»*



*Ракета-носитель «Космос»
на стартовой площадке космо-
дрома Плесецк*



*Совместно со своей кооперацией разработано, изготовлено
и выведено на орбиты более 1000 спутников 30 модификаций*

ОАО «Радар-ммс»

Открытое акционерное общество «Радар-ммс», имеющее 55-летнюю историю, специализируется на разработке и производстве военной и гражданской авионики, специального оборудования с использованием СВЧ и цифровой техники, сложного программного обеспечения, изделий микроэлектроники [105]. Предприятие вносит большой вклад в создание и развитие радиоэлектронных устройств для мобильных систем высокоточного оружия воздушного, морского и наземного базирования.



- 1950** Организация в Ленинграде в составе завода № 275 ОКБ-275 по доведению до серийного производства, монтажу и наладке систем ближней навигации и слепой посадки самолетов СП-50, «Курс-МП». В течение 1950-1970 гг. было введено в эксплуатацию более 155 систем слепой посадки на аэродромах СССР и за рубежом.
- 1950-1970** Разработка и внедрение в серийное производство наземных систем посадки самолетов и контрольно-измерительной радиоаппаратуры, всего 17 наименований – рук. Я.Н. Фаенсон.
- 1955** Разработка УКВ-радиопеленгатора АРП-6
- 1964** Выполнение НИР «Игла» по созданию самолетной РЛС бокового обзора с синтезированной апертурой антенны – РСА (рук. Н.П. Красюк).



Я.Н. Фаенсон



М.И. Дубровский



Г.С. Иссерлин



В.Г. Елфимов

- 1965** Разработка РЛС «Раскат» с высокой разрешающей способностью для лоцманской проводки судов – рук. М.И. Дубровский, Ю.Н. Грязнов.
- 1966** Выделение ОКБ-275 в самостоятельную организацию – ЛКБ «Зарница».
- 1967** Выполнение ОКР «Торос» и изготовление серийных образцов РСА для самолетов ледовой разведки АН-24.
- 1969** Разработка 13-канальной аппаратуры магнитной записи и воспроизведения «Фаза-13» – Г.И. Соколов, А.А. Гусар, Н.Г. Артамонов, И.Г. Шене.
- 1973** Разработка стенда «Лепесток» для автоматизированной записи диаграмм направленности антенн – рук. В.В. Марков.
- 1963-** Разработка наземных автоматизированных систем контроля самолетов:
- 1988** «Готовность» (гл. констр. Л.Я. Шалыт), «Плутон» (гл. констр. Я.Б. Голович), «Дон» (гл. констр. В.З. Луговой), «Уран-Т» (гл. констр. Н.Г. Артамонов).



В.М. Глушков
Гл. констр. РЛС БО,
лауреат Сталин-
ской и Гос. премий



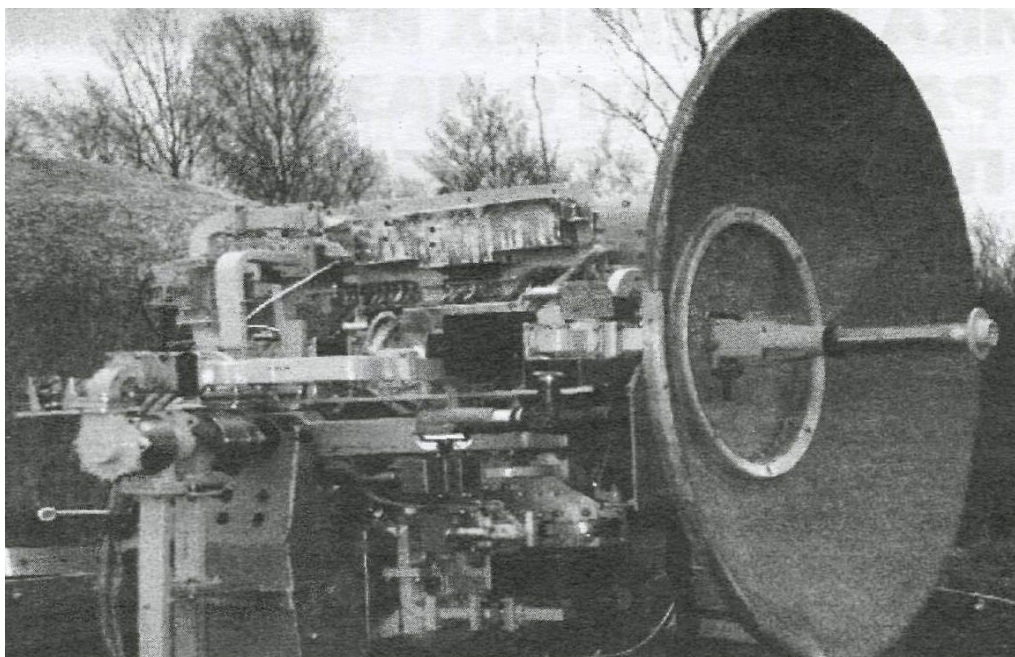
В.А. Потехин
Директор
ВНИИ РЭС



А.Б. Познанский
Гл. конструктор
АРГС



Г.В. Анцев
Ген. Директор-
Ген. Конструктор
ОАО «Радар ммс»



Антенно-волноводный тракт поляризационной РЛС, 1980 год

- 1972** ЛКБ «Зарница» введена в качестве СКБ-7 в состав ВНИИРЭС (в дальнейшем – НПО «Ленинец»). Переориентация СКБ на радиолокационный профиль.
- 1975-** Разработка и внедрение в производство бортовых автоматизированных
1980 систем контроля для самолетов АН-124 (гл. констр. Г.С. Иссерлин).
- 1975** Разработка и принятие на вооружение РСА «Игла-1» на самолетах ИЛ-20.
- 1979** Вхождение СКБ-7 в качестве НИО-650 в состав НПК-1 (с 1984 г. – филиал ВНИИРЭС «Сектор».
- 1981** Разработка, изготовление и испытания РСА для съемки земной поверхности при различной поляризации зондирующего сигнала.
- 1984** Разработка и поставка первого образца активной радиолокационной головки самонаведения АРГС-35 противокорабельной ракеты Х-35.
- 1985** Начало разработки многофункциональной головки самонаведения ракет У-502 (гл. констр. А.Б. Познанский).
- 1990** Создание на базе филиала «Сектор» Научно-производственного предприятия «Радар ммс» (ген. дир. и ген. констр. Г.В. Анцев).
- 1993** Разработка и изготовление двухчастотной (2 см и 2 м) самолетной РСА нового поколения «Айсберг-Разрез» с цифровой обработкой сигналов (рук. В.Г. Елфимов)
- 2003** Государственные испытания модернизированной головки самонаведения АРГС-35Э в составе противокорабельной ракеты ПКР Х-35Э комплекса «Уран-Э».



*Пуск противокорабельной ракеты Х-35Э с головкой самонаведения АРГС-35Э
производства ОАО «Радар ммс», 2002 год*



*Пуск ракеты Х-35Э с головкой АРГС-35Э
с эсминца «Дели» в Индии*



Активная радиолокационная головка самонаведения АРГС-35Э

ОАО «Корпорация «Фазотрон-НИИР»

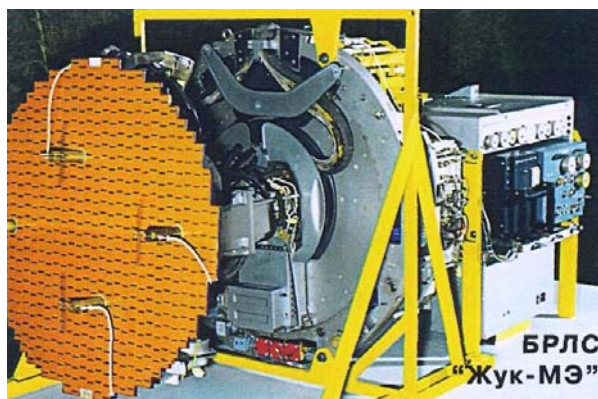
Открытое акционерное общество «Корпорация «Фазотрон-НИИР» – первое в России предприятие авиаприборостроения – лидер разработки и производитель радаров и радиолокационных систем управления вооружением различного типа самолетов и вертолетов, а также ракетно-пушечных наземных и корабельных комплексов ПВО, средств отображения информации о состоянии систем космических кораблей и космонавтов, метеорадаров и продукции гражданского назначения [106]. С 1985 по 2007 год корпорацией «Фазотрон» руководил А.И. Канащенков, доктор технических наук, лауреат Государственной премии, член трех международных академий.



А.И. Канащенков

- 1917** Создание завода «Авиаприбор».
- 1933** Преобразование завода в «Тизприбор». Выпуск теплоприборов.
- 1942** Образование на базе части предприятия завода № 339.
- 1943** Начало выпуска РЛС «Пегматит» и самолетных ответчиков СЧ-1, 3.
- 1945** Начало выпуска самолетной РЛС «Гнейс-5с».
- 1946** Организация ОКБ при заводе № 339.
- 1955-** Выпуск первой партии серийной РЛС «Сокол» для самолета ЯК-25.
- 60-е** Создание аппаратуры «Стрелка», «Символ» и их модификаций, предназна-
годы ченных для отображения информации о состоянии систем космических кораблей и космонавтов, а также для обеспечения ручной стыковки кораблей на орбите.
- 1961** Принятие на вооружение РЛС «Орел» в составе самолета ЯК-28.
- 1965** Принята на вооружение РЛС «Орел» в составе самолета СУ-15.
Принята на вооружение РЛС «Смерч» в составе самолета ТУ-128.
- 1969** Создание Научно-конструкторского объединения «Фазотрон».
- 1972** Принята на вооружение РЛС «Смерч-А2» в составе МИГ-25П.
Принята на вооружение РЛС «Сапфир-21» в составе МИГ-21 БИС.
- 1973** Принят на вооружение ЗРК «Куб-М1».
- 1974** Принята на вооружение РЛС «Сапфир-23» в составе МИГ-23.
- 1975** Принята на вооружение РЛС «Тайфун-М» в составе СУ-15.
- 1979** Принят на вооружение ЗРК «Куб-М3».

- 1980** Принята на вооружение РЛС «Сапфир-25» в составе МИГ-25.
- 1981** Принята на вооружение БРЛС СУВ-31 в составе МИГ-31.
- 1982** Награждение НПО «Фазотрон» орденом Трудового Красного Знамени.
- 1987** Принята на вооружение БРЛС СУВ-29 в составе МИГ-29.
- 1990** Принята на вооружение БРЛС СУВ-27 в составе СУ-27.
- 1993** Создание самолета МИГ-29-93 с радаром «Копье».
- 1993** Акционирование предприятия.



Бортовая РЛС с ФАР



ССЦЗ в составе комплекса «Панцирь-С1»

- 1997** Начало активных работ по созданию бортовых РЛС нового поколения с щелевыми фазированными антенными решетками Х-диапазона \varnothing 350-980 мм с коэффициентом усиления 29-36 дБ.
- 1998-** Создание медицинских аппаратов: для низкочастотной магнитотерапии
- 2003** (1998), для совместного воздействия импульсным низкочастотным магнитным полем и электрическим током (2001) и др.
- 1999** Создание метеорадара «ГУКОЛ-1» с фазированной антенной решеткой.
- 2000** Начало работ по созданию радиолокационной системы аэрокосмического мониторинга земной поверхности.
- 2000** Начало серийного выпуска радара «Копье» в составе самолета МИГ-21 БИС UPG.
- 2000** Заключение контракта на создание радиолокационной системы сопровождения целей и ракет (ССЦР) для зенитного ракетно-пушечного комплекса (ЗРПК) «Панцирь».
- 2000** Начало разработки радаров для космического мониторинга земной поверхности сверхвысокого разрешения (до 1-3 м в Х-диапазоне).
- 2001** Окончание испытаний радара «Жук» в составе самолета F-8-II.
- 2003** Создание портативных термоэлектрических экологически чистых холодильников «Фазотерм» (без фреона).



Изделия авионики корпорации «Фазотрон»

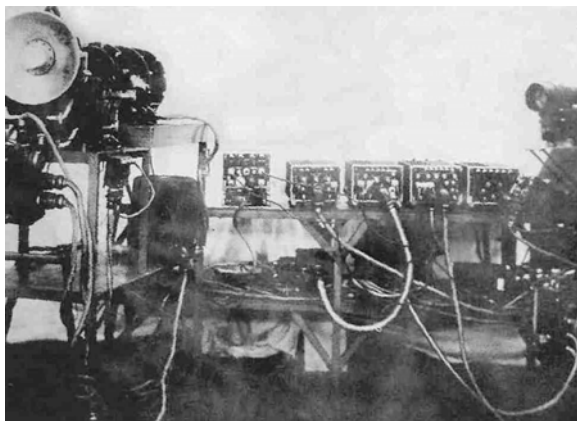


Изделия авионики корпорации «Фазотрон»

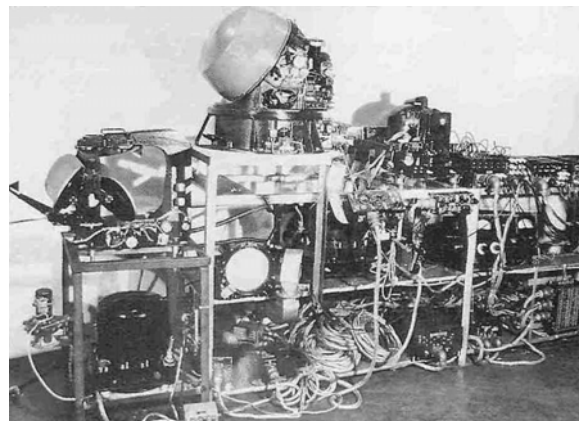
Центральное конструкторское бюро автоматики

Центральное конструкторское бюро автоматики – ведущее российское предприятие по разработке пассивных радиоэлектронных систем пеленгации, целеуказания и самонаведения для военно-воздушных сил, один из российских и мировых лидеров в области создания радиоэлектронных систем различного назначения для военной авиации [107]. Изделия ЦКБА установлены на 26 типах самолетов и 18 типах ракет.

- 1949** Образование в г. Омске ОКБ-373 при заводе № 373 Министерства авиационной промышленности СССР.
- 1952** Доводка и модернизация радиолокационного прицела ПРС-1 для ведения пушечного огня в задней полусфере самолетов Ту-16, Ту-95, М-4 и китайского самолета Н-6.
- 1956** Разработка радиолокационного прицела ПРС-2 для оснащения стратегических бомбардировщиков Ту-95 (рук. И.В. Кудрявцев).
- 1956** Летные испытания и принятие на вооружение компактного радиолокационного прицела ПРС-3.
- 1958** Разработка ЗДК – радиолокационной станции обнаружения, прицеливания и управления пушечным вооружением для оснащения торпедного катера (рук. А.И. Зайцев).



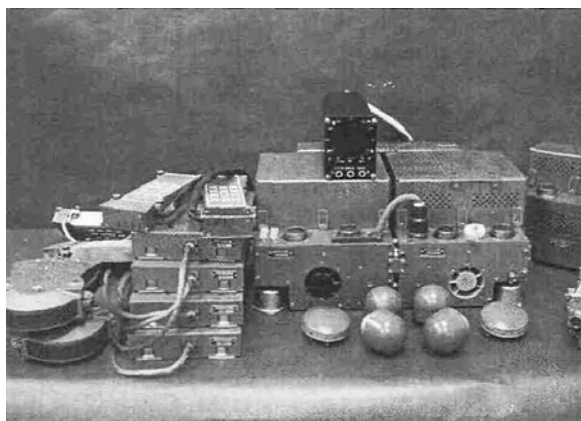
*Радиолокационный прицел
ПРС-1 на стенде*



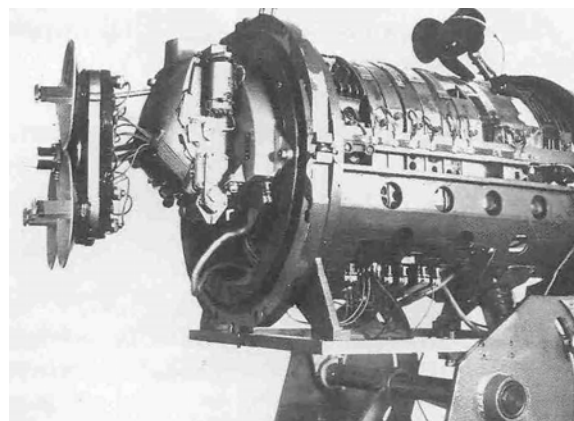
*Радиолокационная станция
ЗДК*

- 1959** Летные испытания радиолокационного прицела нового поколения ПРС-4 для самолетов Ту-16, Ту-95К и Ан-12. Серийное производство началось в 1962 году.
- 1959** Принятие на вооружение самолетной станции предупреждения о радиолокационном облучении СПО-3.

- 1962** Разработка совместно с ЦНИРТИ станции разведки K12M (рук. М.Д. Жаворонков – Гос. премия).
- 1964** Создание пассивной противорадиолокационной головки самонаведения ПРГС-28 для самолетной ракеты X-28 с круговым вероятным отклонением от цели 20 м (гл. конструктор А.С. Киричук – Гос. премия 1977 г.)

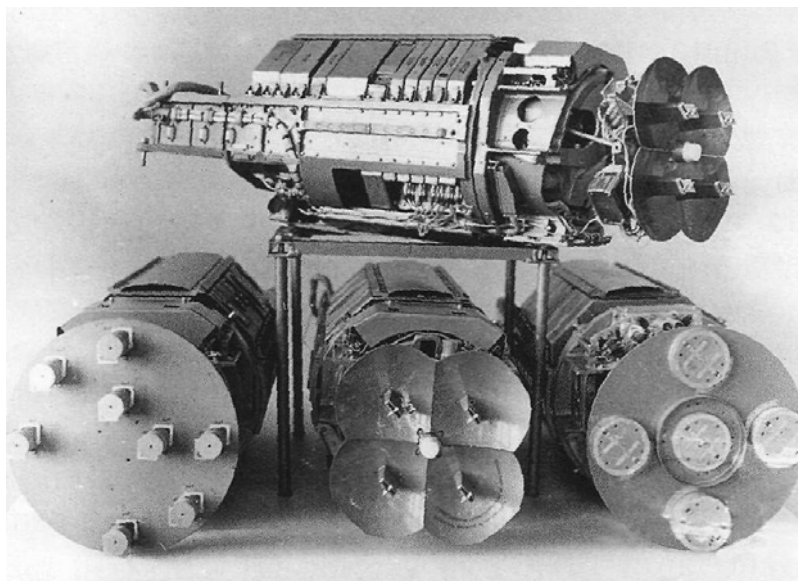


Станция «Пастель-К»

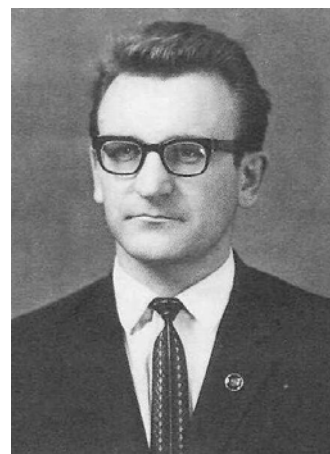


Головка самонаведения ПРГС-28 А

- 1967** Создание пассивной системы «Курс-Н» пеленгации и целеуказания ракете класса «воздух-поверхность» X-22П самолетов дальней авиации.
- 1968** Летные испытания пассивной бортовой РЛС «Филин-Н» (гл. констр. В.П. Федоров). В 1980 году был создан контейнерный вариант – «Фантазмагория», в 1988 году – модернизированный вариант «Этнография».
- 1973** Летные испытания станции предупреждения о радиолокационном облучении СПО-15, с 1987 года станция изготавливалась в цифровом исполнении.
- 1973** Создание системы целеуказания «Метель» для ракеты X-28.
- 1974** Создание головки самонаведения ПРГС-58 для самолетной противорадиолокационной ракеты X-58 (принята на вооружение в 1980 году). Гл. констр. В.Г. Архангельский и Б.А. Гусельников.
- 1978** Создание малогабаритной головки самонаведения ПРГС-2ВП для ракеты X-25МП (гл. констр. Б.Г. Зайцев).
- 1978** Создание системы целеуказания «Вьюга» для ракет X-58 и X-25МП.
- 1979** Создание головки самонаведения 9Н-215 для ракеты класса «земля-земля» (гл. констр. В.П. Зайцев и А.М. Воробьев).



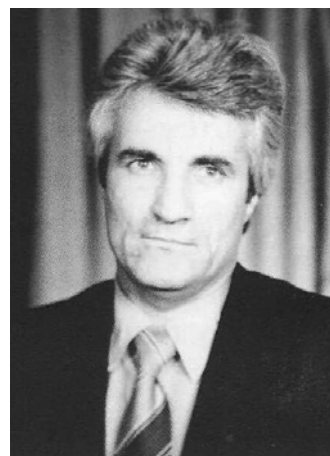
Головки самонаведения ПРГС-58



В.Г. Архангельский



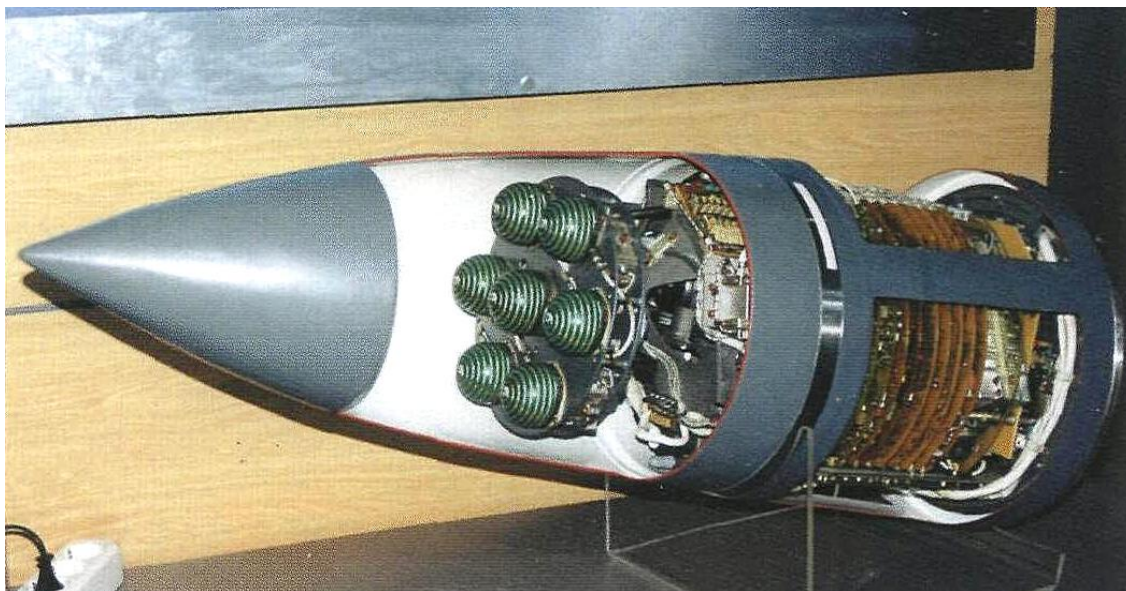
Ракета X-58Э



Б.А. Гусельников

- 1980** Создание пассивного радиолокационного корректора (головки самонаведения) ПРК-15 для аэробаллистической гиперзвуковой ракеты X-15 (гл. констр. Н.Е. Потоцкий).
- 1983** Создание модульной станции предупреждения об облучении нового поколения «Пастель» для оснащения широкой гаммы летательных аппаратов.
- 1985** Создание унифицированной аппаратуры целеуказания «Прогресс» для самолетов МиГ-23, МиГ-27 и Су-17.
- 1986** Государственные испытания ПРГС 9Б-1032 для ракеты Р-27 самолетов МиГ-29, Су-27, Су-33 и др.
- 1987** Летные испытания новой противорадиолокационной ракеты с головкой ПРГС-5ВП и государственные испытания головки ПРГС-6ВП (гл. констр. Б.Г. Зайцев).

- 1987** Создание контрольно-проверочной аппаратуры Ш-301 для системы радиотехнической разведки самолета Ан-70.
- 1994** Создание контрольно-проверочной аппаратуры Л-149 для станции предупреждения об облучении «Пастель».
- 2000** Начало поставок усовершенствованного образца ПРГС-5ВП на экспорт.



Пассивная радиолокационная головка самонаведения ПРГС-5ВП

- 2004** Создание и поставка на экспорт аппаратуры СКПА для контроля пассивных головок самонаведения ГСН-1, ГСН-2 и ГСН-3.
- 1982-2004** Разработка и изготовление приборов и систем народнохозяйственного назначения:
- Стереофонический эквалайзер «Космос-Э-001»;
 - Медицинская аппаратура (перфузионный блок, насос инфузионный, биомонитор и др.);
 - Счетчики расхода жидкости, газов, нефтепродуктов и т.п.;
 - Система «Геосъемка» для определения координат;
 - Телевизионное передающее устройство малой мощности «Радиус» для ретрансляции спутниковых ТВ программ и др.

УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН

- Абрахам, Макс (Abraham), 1875-1922 (Германия) **75**
- Адамс, Вильям (Adams), 1836-1915 (Великобритания) **54**
- Адер, Клемент (Ader), 1841-1925 (Франция) **58**
- Адамян, Ованес, 1879-1932 (Россия) **89, 98, 139**
- Адар, Р. (Израиль) **257**
- Адкок, Ф. (Adcock), (США) **112**
- Айве, Г. (США) **146**
- Айвс, Фредерик Юджин (Ives), 1856-1937 (США) **143**
- Айзенштейн, Семен Михайлович, 1884-1962 (Россия) **90, 100, 101, 105, 109, 112**
- Айкен, Говард Газевэй (Aiken), 1900-1973 (США) **34, 173, 186, 190, 193, 213**
- Айртон, Вальтер Эдвард (Ayrton), (Великобритания) **57, 58**
- Айслер, П. (Великобритания) **169**
- Акеннан, С. (Ackennan) **196**
- Александрсон, Эрнст Фредерик (Alexanderson), 1878-1975 (Швеция) **89, 93, 98, 113, 132, 143**
- Алексеев, Николай Федорович (СССР) **166, 182**
- Аллен, Дж. (Allen) (США) **222**
- Аллен, Пол Гарднер (Allen), род. 1953 (США) **243**
- Алфёров, Жорес Иванович, род. 1930 (СССР) **240**
- Альффорд, Альберт (Alford) **182**
- аль-Хорезми (محمد بن موسى خوارزمي), ок. 783-ок. 850 (Средняя Азия) **9, 10**
- Ампер, Андре-Мари (Ampere), 1775-1836 (Франция) **25, 29, 31, 32, 35, 40, 58**
- Андерсон, А.К. (Дания) **100**
- Андерсон, Дж. (Anderson) **143**
- Андерсон, Е. (США) **147**
- Андерсон, Л.С. (Дания) **100**
- Андреа, Дж. (Andrea), (Италия) **217**
- Анрото, Ф.Ш. (Канада) **149**
- Анцев, Георгий Владимирович (СССР) **267, 268**
- Апостолов-Бердичевский, С.М. (Россия) **71**
- Араго, Доминик Франсуа (Arago), 1786-1853 (Франция) **11, 28, 30, 32**
- Арденне, Манфред фон (Ardenne), 1907-1997 (Германия) **152, 154**
- Аристотель (Ἀριστοτέλης), 384-322 до н.э. (Греция) **6, 7**
- Аркадьев, Владимир Константинович, 1884-1953 (СССР) **108**
- Арко, Георг Вильгельм фон (von Arco), 1869-1940 (Германия) **74, 94**
- Армстронг, Эдвин Говард (Armstrong), 1890-1954 (США) **80, 84, 96, 104-106, 108, 111, 114, 125, 140, 150, 161, 163, 166, 172, 175, 180, 183**
- Арнольд, Х. (Arnold), (США) **116, 131**
- Артамонов, Н.Г. (СССР) **267**
- Архангельский, В.Г., род. 1937 (СССР) **275, 276**
- Архангельский, Вячеслав Иванович, 1898-1981 (СССР) **154**
- Архимед (Archimedes), ок. 287-212 до н.э. (Греция) **6, 8**
- Астафьев, А.В. (СССР) **155**
- Атанасов, Джон Винсент (Atanasoff), 1903-1995 (США) **179**
- Байби, Джим (Bybee), (США) **243**
- Баллингтон, К. (США) **220**
- Бардин, Джон (Bardeen), 1908-1991 (США) **125, 196, 197**
- Баркер, Р. (Barker), (Великобритания) **211**
- Баркхаузен, Генрих Георг (Barkhausen), 1881-1956 (Германия) **118**
- Барлоу, Е. (Barlow), (США) **201**
- Барт, У.О. (США) **33**
- Бартоли, Адольфо (Bartoli), 1851-1896 (Италия) **51**
- Бартолина, Эразм (Дания) **14**
- Бартон, Л. (Barton) **155**
- Басов, Николай Геннадиевич, 1922-2001 (СССР) **204, 207, 217, 220, 230**
- Баттерворт, Стефан (Butterworth), 1885-1958 (Великобритания) **123**
- Бахметьев, Порфирий Иванович, 1879-1885 (Россия) **56, 57**
- Бевеэрдж, Гарольд Генри (Beverage), 1893-1993 (США) **130, 139, 154**
- Бейн, Александр (Bain), 1811-1877 (Шотландия) **39, 40**
- Бейс-Баллот, Христов Генрих (Buys-Ballot), 1817-1890 (Голландия) **39**
- Бек, А. (США) **170**
- Беккариа, Джованни Батиста (Beccaria), 1716-1781 (Италия) **19**
- Беккерель, Александр Эдмон (Becquerel), 1820-1891 (Франция) **42**
- Беккерель, Антуан Анри (Becquerel), 1852-1908 (Франция) **30**
- Беккерель, Антуан Сезар (Becquerel), 1788-1878 (Франция) **30, 33**
- Белин, Эдуард (Belin), 1876-1963 (Франция) **94, 97, 123**

- Белл, Александр (Bell), 1847-1922 (США) **42, 51, 53, 54, 56, 58, 111, 125, 130**
- Беллини, Э. (Италия) **95**
- Белькевич, А.К. (СССР) **188**
- Бельсиз, Х. де (Франция) **157**
- Бенедикс, Мэнсон (Benedix), (США) **112**
- Бененсон, Яков (Benenson), род. 1975 (Израиль) **257**
- Беннет, Вильям Ралф (Bennett), 1930-2008 (США) **223**
- Берг, Аксель Иванович, 1893-1979 (СССР) **197**
- Бергер, Ганс (Berger), (Австрия) **133**
- Берлинер, Эмиль (Berliner), 1851-1929 (США) **62**
- Бернал, Джон Десмонд (Bernal), 1901-1971 (Великобритания) **180**
- Бернулли, Даниил (Bernoulli), 1700-1782 (Швейцария) **17, 20, 21, 40**
- Бернштейн, Сергей Натанович, 1880-1968 (СССР) **163**
- Берри, Клиффорд Эдвард (Berry), 1918-1963 (США) **179**
- Берроуз, Уильям С. (Burroughs), 1851/55-1898 (США) **61**
- Бертран, Ж., 1822-1900 (Франция) **65**
- Берцелиус, Йенс Якоб (Berzelius), 1779-1848 (Швеция) **29**
- Бессель, Фридрих Вильгельм (Bessel), 1784-1846 (Германия) **11, 187**
- Бетанкур, Августин Хосе (Betancourt), 1758-1824 (Испания) **23**
- Биво, Д. (Beauvais), (Франция) **113**
- Био, Жан-Батист (Biot), 1774-1862 (Франция) **30, 32**
- Битцер, Дональд (Bitzer), (США) **230**
- Блондель, Анре Эжен (Blondel), 1863-1938 (Франция) **66, 69, 74, 103**
- Блумлейн, Алан Доуер (Blumlein), 1903-1942 (Великобритания) **156, 164, 186**
- Блэзи, Отто (Blathy), 1860-1939 (Венгрия) **62**
- Блэйк, Дж. (Blake), (Великобритания) **133, 191**
- Блэк, Гарольд Штефан (Black), 1898-1983 (США) **144, 145, 148**
- Блюют, Джон Пол (Blewett), 1910-2000 (США) **192**
- Богомолов, А.Ф. (СССР) **250**
- Богословский, М.М. (РСФСР) **128**
- Бодо, Жан Морис (Baudot), 1845-1903 (Франция) **50, 52**
- Бозе, Джагалиш (Bose), 1858-1937 (Индия) **71, 73, 77, 84, 90, 196**
- Бойл, Уиллард Стерлингов (Boyle), 1924-2011 (Канада) **237, 238**
- Больцман, Людвиг (Boltzmann), 1844-1906 (Австрия) **51**
- Бомбелли, Рафаэль (Bombelli), ок. 1526-1572 (Италия) **11**
- Бонч-Бруевич, Михаил Александрович, 1888-1940 (СССР) **80, 111, 115-117, 119, 125, 126, 129, 135, 159**
- Борбозье Дж. (Bourbouze), (Франция) **50**
- Борзяк, П.Г. (СССР) **228**
- Борнер, М. (Borner), (ФРГ) **234**
- Боше, Джагадиш Чандра (Boshu), 1858-1937 (Индия) **70**
- Бранли, Эдуард (Branly), 1844-1940 (Франция) **65, 66, 69, 75**
- Браттейн, Уолтер Хаузер (Brattain), 1902-1987 (США) **192**
- Брауде, Г.В. (СССР) **160, 171, 174**
- Браун, В. (Германия) **133**
- Браун, Карл Фердинанд (Braun), 1850-1918 (Германия) **52, 54, 63, 71, 73, 74, 76, 82, 99**
- Браун, Сидней Джордж (Brown), 1873-1948 (Великобритания) **76**
- Брауни, Р. (Browne) **14**
- Браунштейн, Р. (Braunstein), (США) **213**
- Брейт, Грегори (Breit), изв. как Билл Гейтс (Gates), род. 1955 (США) **243**
- Брейт, Григорий Альфредович (Breit), 1899-1981 (США) **118, 136, 140**
- Бригс, Генри (Briggs), 1561-1630 (Англия) **12**
- Бриллон, Леон Николя (Brillouin), 1889-1969 (Франция) **113**
- Бронк, Отто фон (von Bronk), (Германия) **77, 93, 105**
- Брусенцов, Николай Петрович, род. 1925 (СССР) **218**
- Брух, Вальтер (Bruch), 1908-1990 (Германия) **227**
- Бруш, Е. (Bruche), (Германия) **154**
- Брэттен, Уолтер Хаузер (Brattain), 1902-1987 (США) **196, 197**
- Букер, Генри Дж. (Booker), 1910-1988 (США) **203**
- Буль, Джордж (Boole), 1815-1864 (Великобритания) **44**
- Бун, Гэри (Boone), (США) **241**
- Бунзен, Роберт (Bunsen), 1811-1899 (Германия) **46**
- Бурсель, Шарль (Франция) **43**
- Бут, Генри А. (Boot), 1917-1983 (Великобритания) **180**
- Бутаева, Фатима Асланбековна, 1907-1992 (СССР) **205**

- Бутаков, Александр Николаевич (Россия) **28**
 Бучинский, Александр Степанович, 1908-1987 (СССР) **177, 183**
 Буш, Ванневер (Bush), 1890-1974 (США) **139**
 Бушон, Базиль (Bouchon), (Франция) **27**
 Бьеркнес, Вильгельм Фриман Корен (Bjerknes), 1862-1951 (Норвегия) **66**
 Бьюси, Р. (США) **225**
 Бэббидж, Чарльз (Babbage), 1791-1871 (Великобритания) **31, 33, 34, 40, 44, 186**
 Бэйярд, Джон Логги (Baird), 1888-1946 (Великобритания) **131, 132, 139, 142, 149, 157, 168, 176**
 Бэйярд, Р. (США) **224**
 Бэквелл, Фредерик (Bakewell), (Великобритания) **41**
 Бэкер (Великобритания) **103**
 Бэкон, Роджер (Bacon), 1214-1294 (Англия) **9, 10, 12**
 Бэкус, Джон (Backus), 1924-2007 (США) **217, 222**
 Бэрроу, Уилмер Л. (Barrow), 1903-1975 (США) **153**
 Ваймбойм, Владимир Семенович, 1898-1970 (СССР) **198**
 Вайнарис, З.А. (СССР) **215**
 Вальд, М. (Wald) **182**
 Ван дер-Бийл (ЮАР, США) **123**
 Ван Тассел, Денни (Van Tassel), (США) **235**
 Ван-Аллен, Джеймс Альфред (Van-Allen), 1914-2006 (США) **188**
 Варбург, Эмиль Габриель (Warburg), 1846-1931 (Германия) **57**
 Ватсон-Ватт, Роберт Александр (Watson-Watt), 1892-1973 (Великобритания) **117, 131, 136, 158, 165**
 Введенский, Борис Алексеевич, 1893-1969 (СССР) **128, 146, 162**
 Вебер, Вильгельм Эдуард (Weber), 1804-1891 (Германия) **35, 38, 40, 41, 44, 46, 52**
 Вебер, Генрих Фридрих (Weber), 1843-1912 (Германия) **86**
 Вебер, Дж. (Канада) **207**
 Вейлер, Д.Л. (Weiler), (Франция) **65**
 Веймер, Пол К. (Weimer), 1914-2005 (США) **191, 203**
 Векшинский, Сергей Аркадьевич, 1896-1974 (РСФСР) **128**
 Венельт, Артур Рудольф (Wehnelt), 1871-1944 (Германия) **87, 90, 92**
 Венте, Эвард Кристофер (Wente), 1889-1972 (США) **112, 118, 147**
 Вест, Джеймс Е. (West), род. 1931 (США) **230**
 Вибберг, Мартин (Wiberg), (Швеция) **44**
 Виктор, В. (Victor), (США) **225**
 Вили, Карл Этвуд (Wiley), 1918-1985 (США) **206, 218**
 Вильке, Иоганн Карл, 1732-1796 (Швеция) **20, 36**
 Вильсон, Алан Хэррис (Wilson), 1906-1995 (Великобритания) **153**
 Вильсон, Е. (Wilson) (Великобритания) **73**
 Вильсон, Роберт (Wilson), (США) **230**
 Вильямс, Е. (Williams), (США) **195**
 Вимер, К.П. (Wiemer), 1914-2005 (США) **227**
 Вин, Макс Карл (Wien), 1864-1928 (Германия) **92**
 Винер, Норберт (Wiener), 1894-1964 (США) **188, 198, 201**
 Вирт, Никлаус (Wirth), род. 1934 (Швейцария) **239**
 Воган, Генри Эрл (Vaughan), 1912-1978 (США) **217**
 Возняк, Стефан (Wozniak), род. 1950 (США) **245**
 Вокансон, Жак де (de Vaucanson), 1709-1782 (Франция) **27**
 Волков, Юрий Сергеевич (СССР) **149**
 Волластон, Уильям Хайд (Wollaston), 1766-1828 (Великобритания) **24, 26**
 Вологдин, Валентин Петрович, 1881-1953 (СССР) **80, 107, 109, 112, 116, 122**
 Вольперт, Амиэль Рафилович, 1908-1988 (СССР) **178**
 Вольты, Алессандро (Volta), 1745-1827 (Италия) **16, 21-23**
 Вольфке, Мечислав (Wolfke), 1883-1947 (Польша) **75, 200**
 Воробьев, А.М., род. 1952 (СССР) **275**
 Вудынский, М.М. (СССР) **205**
 Вудьярд, Джон Роберт (Woodyard), 1904-1981 (США) **172**
 Вул, Бенцион Моисеевич, 1903-1985 (СССР) **220**
 Вышнеградский, Иван Алексеевич, 1832-1895 (Россия) **48**
 Вэйвринг, Эльмер (Wavering), 1898-1989 (США) **136**
 Вэллерс, Л. (Waller) **166, 196**
 Вэриан, Рассел Гаррисон (Varian), 1898-1959 (США) **172**
 Вэриан, Сигурд Фергус (Varian), 1901-1961 (США) **172**
 Габор, Денеш (Gabor), 1900-1979 (Венгрия) **194, 200**
 Галилей, Галилео (Galilei), 1564-1642 (Италия) **11**

- Гальвакс, Вильгельм (Hallwachs), 1859-1922 (Германия) **62**
- Гальвани, Луиджи (Galvani), 1737-1798 (Италия) **16, 22**
- Гамильтон, Ф. (Hamilton), (США) **200**
- Гамов, Георгий Антонович (Джордж), 1904-1968 (СССР, США) **230**
- Ганн, Джон Бэттискомб (Gunn), 1928-2008, (США) **228**
- Ганн, Ф.М. (Hahn), (Великобритания) **20**
- Гаус, Вильгельм (Gaus), (Германия) **166**
- Гаусс, Иоганн Карл (Gauß), 1777-1855 (Германия) **11, 34, 35, 38, 179, 232**
- Гварини, Гварино (Guarini), (Италия) **63**
- Гейзенберг, Вернер Карл (Heisenberg), 1901-1976 (Германия) **190**
- Гейтель, Ганс Фридрих (Geitel), 1855-1923 (Германия) **58, 63**
- Гейтс III, Уильям Генри (Gates III) изв. как Билл Гейтс (Gates), род.1955 (США) **243**
- Гельмгольц, Герман Людвиг (Helmholz), 1821-1894 (Германия) **39, 41, 49, 52, 54**
- Генри, Джозеф (Henry), 1797-1878 (США) **34, 35, 37, 39, 41**
- Герике, Отто фон (von Guericke), 1602-1686 (Германия) **14**
- Герлах, Э. (Gerlach), (Германия) **133**
- Гермсбэк, Хуго (Germesback), 1884-1967 (США) **103**
- Герц, Генрих Рудольф (Hertz), 1857-1894 (Германия) **25, 48, 54, 60, 62-65, 69, 71**
- Гершель, Уильям (Herschel), 1783-1822 (Великобритания) **24**
- Гиббон, П. (Gibbons), (США) **222**
- Гиббс, Джон Диксон (Gibbs), (Великобритания) **60**
- Гилл, Стенли (Gill), 1926-1975 (Великобритания) **205**
- Гильберт, Уильям (Gilbert), 1544-1603 (Англия) **11**
- Гинстон, Эдвард Леонард (Ginzton), 1915-1998 (США) **200**
- Гинтл, Юлиус Вильгельм (Gintl), 1804-1883 (Австрия) **43**
- Гитторф, Иоганн Вильгельм (Hittorf), 1824-1914 (Германия) **36, 43, 46, 49**
- Глаге, Густав (Glage), (Германия) **95**
- Глаголева-Аркадьева, Александра Андреевна, 1884-1945 (СССР) **134**
- Глушков, В.М. (СССР) **267**
- Гоген, Жан-Моте (Gauguin), 1811-1880 (Франция) **44**
- Голард, Люсьен (Gaulard), 1850-1888 (Франция) **54, 60**
- Голд, Гордон (Gould), 1920-2005 (США) **217**
- Голдмарк, Питер Карл (Goldmark), 1906-1977 (США) **183**
- Голдсмит, Альфред (Goldsmith), (США) **128**
- Голдуин, В. (Godwin) **184**
- Голованевский, Эмманиуил Иосифович, 1913-1996 (СССР) **188**
- Голович, Я.Б. (СССР) **267**
- Голубицкий, Павел Михайлович, 1845-1911 (Россия) **63**
- Гольдштейн, Эуген (Goldstein), 1850-1930 (Германия) **54, 57**
- Гордон, Вильям Едвард (Gordon), 1918-2010 (США) **203**
- Горон, Исаак Евсеевич, 1903-1982 (СССР) **165, 198**
- Грабовский, Борис Павлович, 1901-1966 (СССР) **138**
- Грамм, Зеноб Теофиль (Gramme), 1826-1901 (Франция) **46**
- Грей, Вильям (Gray), род. 1929 (США) **65**
- Грей, Стивен (Gray), 1666-1736 (Великобритания) **17**
- Грей, Элиша (Gray), 1835-1901 (США) **51, 64**
- Грецки (Gretsky) **149**
- Гримальди, Франческо Мария (Grimaldi), 1618-1663 (Италия) **15**
- Грин, Георг (Green), 1793-1641 (Великобритания) **33, 35, 37**
- Гриффин, Дональд Редфилд (Griffin), 1915-2003 (США) **184**
- Гросс, Ал (Gross), 1918-2000 (США) **175**
- Гросс, Б. (Gross), (Бразилия) **37**
- Гроув, Уильям Роберт (Grove), 1811-1896 (Великобритания) **33**
- Гроут, Джон (Grout), (США) **24**
- Грязнов, Ю.Н. (СССР) **267**
- Гудолл, В. (Goodall), (США) **198**
- Гудрич, Р. (Goodrich), (США) **203**
- Гук, Роберт (Hooke), 1635-1703 (Англия) **15**
- Гурвиц, Адольф (Hurwitz), 1859-1919 (Германия) **55**
- Гуров, Владимир Алексеевич, 1882-1947 (СССР) **133, 138, 157, 163**
- Гусар, А.А. (СССР) **267**
- Гусельников, Борис Аркадьевич, род.1940 (СССР) **275, 276**
- Гутенберг, Иоганн (Gutenberg), 1397/1400-1468 (Германия) **11**
- Гэлвин, Джозеф (Galvin), 1899-1944 (США) **147**
- Гэлвин, Поль Винсент (Galvin), 1895-1959 (США) **147**

- Гэри, Макс Дикман (Gary), (Германия) **145**
 Гюйгенс, Христиан (Huygens), 1629-1895 (Нидерланды) **9, 15, 28**
 Гюнтер, Фрэнк А. (Gunther), 1908-1999 (США) **162**
 Гюнтер, Эдмунд (Gunter), 1581-1626 (Англия) **12, 13**
 да Винчи, Леонардо (da Vinci), 1452-1519 (Италия) **9, 11**
 Даммер, Джеффри (Dummer), 1909-2002 (Великобритания) **207, 218**
 Данвуд, Г., 1842-1933 (США) **77**
 Даниель, Джон Патрик (Green), 1790-1845 (Великобритания) **33**
 Данилевский, А.И. (СССР) **128**
 Данильцев, Евгений Николаевич, 1905-1991 (СССР) **181**
 д'Арсонваль, Жак Арсений (d'Arsonval), 1851-1940 (Франция) **47, 66**
 Деб, С.К. (Deb), (США) **238**
 Девятков, Николай Дмитриевич, 1907-2001 (СССР) **181**
 Дезагюлье, Джон (Жан) Теофил (Desaguliers), 1683-1744 (Великобритания) **18**
 Дейкстра, Эдсгер Вибе (Dijkstra), 1930-2002 (Нидерланды) **222**
 Дейман, И. (Жан) (Deimann), 1743-1808 (Нидерланды) **24**
 Декарт, Рене (Descartes, лат. Renatus Cartesius), 1596-1650 (Франция) **5, 10, 13**
 Деламейн, Ричард (Delamain), (Англия) **13**
 Демокрит (Δημόκριτος), ок. 460-370 до н.э. (Греция) **8**
 Денисюк, Юрий Николаевич, 1927-2006 (СССР) **227**
 Депре, Марсель (Deprez), 1843-1918 (Франция) **47**
 Дери, Микса (Deri), 1854-1938 (Венгрия) **62**
 Джаван, Али (Javan), род. 1926 (США) **223**
 Джевонс, Уильям Стэнли (Jevons), 1835-1882 (Великобритания) **49**
 Джеймс, Х. (Jams), (США) **177**
 Джемайсон, В. (Jamieson), (США) **192**
 Дженкинс, Чарльз (Jenkins), (США) **137, 139, 149**
 Джобс, Стив (Jobs), род. 1955 (США) **245**
 Джозефсон, Брайан Дэвид (Josephson), род. 1940 (Великобритания) **125**
 Джонсон, Вэйн (Johnson), (США) **208**
 Джонсон, Джон Берtrand (Johnson), 1887-1970 (США) **115, 148**
 Джонстон, Роберт (Johnston), (США) **231**
 Джордан, Франк Уилфред (Jordan), (Великобритания) **117, 139**
 Джоуль, Джеймс Прескотт (Joule), 1818-1889 (Великобритания) **39, 41, 58**
 Джохансон, Г. (Johansson), (Германия) **154**
 Дивиш, Прокоп (Diviš), 1698-1765 (Чехия) **19**
 Дикман, Макс (Dieckmann), 1882-1960 (Германия) **95, 139, 143**
 Дингл, Р. (США) **209**
 Дирихле, Петер Густав (Dirichlet), 1805-1859 (Германия) **27**
 Дойл, Винсент (Doyle), (США) **162**
 Долбер, Амос (Dolbear), (США) **59**
 Долби, Рэй (Dolby), род. 1933 (США) **205, 236**
 Доливо-Добровольский, Михайл Осипович, 1861-1919 (Россия, Германия) **64, 65**
 Доплер, Кристиан (Doppler), 1803-1853 (Австрия) **39**
 Дорошкевич, Андрей Георгиевич, (СССР) **230**
 Дорфман, Яков Григорьевич, 1898-1974 (СССР) **209**
 Доэрт, У. (США) **170**
 Дрессельхаузен, Дж., **209**
 Дубровский, М.И. (СССР) **267**
 Дуддель, Уильям Боис (Duddell), 1869-1942 (Великобритания) **74, 78, 92**
 Дэви, Гемфри (Davy), 1778-1829 (Великобритания) **23, 26, 28, 30**
 Дэвис, А. (Davis) США **73**
 Дэй, Дж. (Day) (США) **173**
 Дэй, Р.Е. (Великобритания) **54**
 Дэниэль, Джон Фредерик (Daniell), 1790-1845 (Великобритания) **37**
 Дюкрете, Эжен (Ducretet), 1844-1915 (Франция) **72**
 Дюфе, Шарль Франсуа (du Fay), 1698-1739 (Франция) **17**
 Евклид (Eukléides), род. 330 до н.э. (Греция) **6, 8**
 Езу **153**
 Елфимов, В.Г. (СССР) **267, 268**
 Ерет, Корнелиус (Ehret), 1863-1944 (США) **86**
 Жаворонков, Михаил Дмитриевич (СССР) **275**
 Жаккар, Жозеф Мари (Jacquard), 1752-1834 (Франция) **27**
 Живер, Айвар (Gjaever), род. 1929 (Норвегия) **125, 220, 221**
 Жули, Лебе (Loebe Julie), (США) **174**
 Завгороднев, И.М. (СССР) **188**
 Завойский, Евгений Константинович, 1907-1976 (СССР) **192**

- Зайцев, Анатолий Иванович, 1926-2000 (СССР) **274**
- Зайцев, Борис Георгиевич, 1938-2001 (СССР) **276**
- Зайцев, В.П., род. 1938 (СССР) **275**
- Зворыкин, Владимир Кузьмич (1888-1982), (США) **80, 129-131, 139, 149, 155, 160**
- Зеебек, Томас (Seebeck), 1770-1831 (Германия) **30**
- Зельдович, Яков Борисович, 1914-1987 (СССР) **230**
- Земм, А. (Германия) **128**
- Зкек, Напсал Август (Zkek), 1886-1961 (Чехословакия) **133**
- Зобель, О. (Zobel), (США) **154**
- Зульцер, Иоганн Георг (Sulzer), 1720-1779 (Швейцария) **19**
- Зусмановский, Савелий Александрович, 1903-1981 (РСФСР) **128**
- Ибука, Масару (井深大), 1908-1997 (Япония) **195, 213**
- Игнатъев, Григорий Григорьевич (Россия) **57**
- Изверин, А.П. (США) **222**
- Иизука, Кейго (Iizuka), (Япония) **240**
- Иклз, Вильям Генри (Eccles), 1875-1966 (Великобритания) **103, 107, 117**
- Ингланд, Карл (Englund), (США) **110**
- Иоффе, Абрам Фёдорович, 1880-1960 (СССР) **179**
- Иссерлин, Г.С. (СССР) **267, 268**
- Йокояма, Е. (Япония) **111**
- Кабанов, Николай Иванович, 1911-1991 (СССР) **206**
- Кабео, Никколо (Cabeo), 1586-1650 (Италия) **34**
- Кавендиш, Генри (Cavendish), 1731-1810 (Великобритания) **20, 21**
- Казан, Беньямин (Kazan) (США) **215**
- Казелли, Джованни (Caselli), 1815-1891 (Италия) **47**
- Какичашвили, Ш.Д. (СССР) **239**
- Какурин, Сергей Николаевич (Россия) **119**
- Калламан, Г. (Kallaman) **198**
- Каллан, Николас (Callan), (Великобритания) **37, 42**
- Калман, Рудольф Эмиль (Kalman), род. 1930 (США) **225**
- Кальцекки-Онести, Т., 1853-1922 (Италия) **61**
- Камарена, Гильермо Гонсалес (Camarena), 1917-1965 (Мексика) **195**
- Камерлинг-Оннес, Хейке (Kamerlingh-Onnes), 1853-1926 (Нидерланды) **104**
- Канащенков, Анатолий Иванович (СССР) **270**
- Канодиан, А. (Kanodian) **182**
- Као, Чарльз Куен (Као), род. 1933 (Великобритания) **234, 238**
- Капрон, Феликс Петрович (Kapron), (США) **238**
- Карбери, Р. (Carbery) **223**
- Карио, Т. (Финляндия) **166**
- Карл Великий (Carolus Magnus), 742/748-814 (Фракия) **10**
- Карлейль, Энтони (Carlisle), (Великобритания) **24**
- Карлсон, Честер Флойд (Carlson), 1906-1968 (США) **175**
- Карнахан, С. (Carnahan) **182**
- Карпус, Е. (Karplus) **154**
- Карсон, Джон Реншо (Carson), 1886-1940 (США) **111, 112, 127, 134, 154**
- Картер, П. (Carter), (США) **159**
- Катаев, Семён Исидорович, 1904-1991 (СССР) **80, 155, 157, 165**
- Катцин, М. (M. Katzin) **196**
- Кеди, У. (США) **115**
- Кей, Эндрю (Kay) **207**
- Кейс, Теодор Уиллард (Case), 1888-1944 (США) **117**
- Кек, Дональд (Keck), род. 1941 (США) **238**
- Келлер, Артур (Keller), 1901-1983 (США) **156**
- Келлог, Рэй (Kellog), (США) **112**
- Келлог, Эдвард (Kellogg), 1882-1960 (США) **135, 139**
- Кемени, Джон Джорж (Kemeny), 1926-1992 (США) **229**
- Кемп, Георг (George Kemp), (Великобритания) **81**
- Кемпбелл, Джордж Эшли (Campbell), 1870-1954 (США) **107, 113**
- Кемпбелл-Свинтон, Алан Арчибальд (Campbell-Swinton), 1863-1930 (Великобритания) **99, 103, 129**
- Кёниг, Денеш (Венгрия) **232**
- Кеннелли, Артур Э. (Kennelly), 1861-1939 (США) **68, 85**
- Кеплер, Иоганн (Kepler), 1571-1630 (Германия) **13, 50**
- Керр, Джон (Kerr), 1824-1907 (Шотландия) **53, 54**
- Кесслер, Эдуард (Kessler), ?-1878 (Великобритания) **23**
- Кеттеринг, Чарльз Франклин (Kettering), 1876-1958 (США) **116**
- Килби, Джек (Kilby), 1923-2005 (США) **204, 218, 220, 235**

- Киричук, Александр Сергеевич (СССР) **275**
 Кирхгоф, Густав Роберт (Kirchhoff), 1824-1887 (Германия) **41, 42, 44, 46, 59**
 Китакура, М. (Япония) **104**
 Киттель, Ч. (Kittel) **209**
 Клавир, А. (Clavier), (Франция) **153**
 Кларк, Артур Чарльз (Clarke), 1917-2008 (Великобритания) **193**
 Кларксон, В. (Clarkson) **133**
 Клейншмидт, Эдвард Эрнст (Kleinschmidt), 18761-1977 (США) **110**
 Клейст, Э.Ю. фон (von Kleist), (Германия) **18**
 Клемент, Льюис Мэйсон (Clement), 1892-1981 (США) **114**
 Кобзарев, Юрий Борисович, 1905-1991 (СССР) **172**
 Коваленко, Вадим Федорович (СССР) **181**
 Коваленков, Валентин Иванович, 1884-1960 (СССР) **100, 102, 111, 122**
 Ковальский, Роберт (Великобритания) **241**
 Когельник, Хервуд (Kogelnik), род. 1932 (США) **231**
 Колвелл, Р. **169**
 Колмероз, Ален (Colmerauer), (Франция) **241**
 Колмогоров, Андрей Николаевич, 1903-1987 (СССР) **150, 175, 177, 189**
 Кольрауш, Рудольф Герман (Kohlrausch), 1809-1858 (Германия) **44**
 Компфнер, Рудольф (Kompfner), 1909-1977 (Австрия) **189**
 Кондратенков, Геннадий Степанович (СССР) **218**
 Кононович, Л.М. (СССР) **222**
 Конрад, Франк (Conrad), 1874-1941 (США) **120**
 Константинов, Александр Павлович, 1895-1945 (СССР) **152**
 Корбатто, Фернандо (Corbato), (США) **225**
 Корн, Артур (Korn), 1870-1945 (Германия) **85, 90, 97, 125**
 Коровин, Ю.К. (СССР) **161, 163**
 Котельников, Владимир Александрович, 1908-2005 (СССР) **161, 197, 198, 225, 226, 249**
 Кох, Хуго Александр (Koch), 1870-1928 (Нидерланды) **118**
 Кочран, Майкл (Cochran), (США) **241**
 Коэн Ф. (Cohen), род. 1957 (США) **251**
 Коэн, Б. (Cohen), (США) **231**
 Красилов, Александр Викторович (СССР) **209**
 Красюк, Н.П. (СССР) **266**
 Крей, Сеймур Роджер (Cray), 1925-1996 (США) **214, 252**
 Кремер, Герберт (Kroemer), род. 1928 (США) **234**
 Кренкель, Эрнст Теодорович, 1903-1971 (СССР) **146, 151**
 Кривошеев, Марк Иосифович, род. 1922 (СССР) **249**
 Кристи, Самуэль Хантер (Christie), (Великобритания) **36, 40**
 Кромер, Герберт (Kroemer), род. 1928 (Германия, США) **216, 230**
 Крон, Габриэль (Kron), 1901-1968 (США) **180**
 Крос, Ч. (Chales Cros), (Франция) **54**
 Кросби, М. (M.G. Crossby) **182**
 Круз, Р. (Kruse) **114**
 Крукс, Вильям (Crookes), 1832-1919 (Великобритания) **50, 56, 67**
 Крум, Чарльз (Krum), (США) **88**
 Круссер, Борис Васильевич, 1900-1981 (СССР) **163, 169**
 Кубецкий, Леонид Александрович, 1906-1959 (СССР) **152, 162, 163**
 Кудрявцев, Иван Васильевич, 1921-1973 (СССР) **274**
 Кузнецов, П.В. (СССР) **183**
 Кук, Вильям Фозергилл (Cooke), 1806-1879 (Великобритания) **38**
 Кук, Эмори (Cook), 1913-2002 (США) **205**
 Кукинг, В. (Cocking) **143**
 Куксенко, Павел Николаевич, 1896-1980 (СССР) **128**
 Кули, Джеймс (Cooley), род. 1926 (США) **232**
 Кулидж, Ч.Д. (США) **103**
 Кулон, Шарль Огюстен де (de Coulomb), 1736-1806 (Франция) **16, 20-22**
 Купер, Мартин (Cooper), род. 1928 (США) **197, 242**
 Куртц, Томас (Kurtz), род. 1928 (США) **229**
 Курц К. (Kurz), (Германия) **118**
 Курчев, Н.Ф. (СССР) **188**
 Кэрри, Джордж (Carey), 1851-? (США) **53**
 Кэрролл, Льюис (Carroll) наст. имя Чарльз Лютвидж Доджсон, 1832-1898 (Великобритания) **48**
 Кюри, Пьер (Curie), 1859-1906 (Франция) **58**
 Лавлейс, Ада Августа (Lovelace), 1815-1852 (Великобритания) **40**
 Лагранж, Жозеф Луи (Lagrange), 1736-1813 (Франция) **21, 35**
 Лангмюр, Ирвинг (Langmuir), 1881-1957 (США) **105, 107, 115**

- Ландау, Лев Давидович, 1908-1968 (СССР) **175**
- Ландсберг, Клаус (Landsberg), 1916-1956 (США) **218**
- Лаплас, Пьер Симон (Laplace), 1749-1827 (Франция) **20, 28**
- Ласт, Евгений (Lauste), 1857-1935 (Франция) **95**
- Латам, Христофор (Latham), (США) **49**
- Лаурен, Стюре (Lauhren), (Швеция) **205**
- Лачинов, Дмитрий Александрович, 1842-1902 (Россия) **58**
- Лебедев, В.М. (РСФСР) **119**
- Лебедев, Сергей Алексеевич, 1902-1974 (СССР) **201, 202, 210, 234**
- Лебединский, Владимир Константинович, 1868-1937 (РСФСР) **116**
- Леблан, Морис (Maurice Leblanc), (Франция) **62**
- Леве, Зигмунд (Loewe), 1885-1962 (Германия) **128**
- Левеллин, Фредерик Бриттон (Llewellyn), 1897-1971 (США) **164**
- Леви, Люсьен (Levy), (Франция) **114**
- Ледюк, С. (Франция) **63**
- Лейбниц, Готфрид Вильгельм фон (von Leibniz), 1646-1716 (Германия) **9, 14, 15**
- Лекланше, Жорж (Франция) **49**
- Лемонье, Л.-Г. (Le Monnier), (Франция) **18**
- Ленард, Филипп Эдуард фон (von Lenard), 1862-1947 (Австрия) **70, 85**
- Ленц, Генрих Фридрих Эмилий, 1804-1865 (Россия) **36, 37, 39**
- Лечер, Эрнст (Lecher), 1856-1926 (Австрия) **66**
- Лещинский, Владимир Михайлович, 1887-1919 (Россия) **115**
- Либен, Роберт фон (Lieben), 1878-1913 (Австрия) **93, 94, 97, 102, 103, 105**
- Ливнех, Ц. (Израиль) **257**
- Ликс, Х. **58**
- Лиленфилд, Дж. (Lilienfield), (США) **141**
- Лир, Уильям (Lear), 1902-1978 (США) **136**
- Лиссажу, Жаксонвиль (Lissajous), 1822-1880 (Франция) **44**
- Лифшиц, Евгений Михайлович, 1915-1985 (СССР) **175**
- Лобанов, Михаил Михайлович, 1901-1984 (СССР) **161**
- Ловелл, С. (Lovell), (США) **182**
- Ловенштейн, Фриц (Lovenstein), (США) **93**
- Логвуд, Чарльз Вейне (Logwood), 1882-1927 (США) **113**
- Лодж, Оливер (Lodge), 1851-1940 (Великобритания) **63, 66, 69, 70, 73, 74**
- Лодыгин, Александр Николаевич, 1847-1923 (Россия) **50**
- Ломоносов, Михаил Васильевич, 1711-1765 (Россия) **5, 16, 19**
- Лоренс, Эрнст Орландо (Lawrence), 1901-1958 (США) **221**
- Лоренц, Людвиг Валентин (Lorenz), 1829-1891 (Дания) **41, 48, 49, 57**
- Лоренц, Хендрик Антон (Lorentz), 1853-1928 (Нидерланды) **61, 67, 71**
- Лосев, Олег Владимирович, 1903-1942 (РСФСР) **124, 125**
- Лоу, Г. (США) **191**
- Лоч, Бернард де (De Loach), (США) **231**
- Луговой, В.З. (СССР) **267**
- Луллий, Раймунд (Lullius), ок. 1235-1315 (Испания) **11**
- Лумис, Альфред Ли (Loomis), 1887-1975 (США) **189**
- Лумис, Малон (Loomis), 1826-1886 (США) **47, 48**
- Лурье, Ошер Бениаминович, 1908-1985 (СССР) **165**
- Люнебург, Рудольф Карл (Luneburg), 1903-1949 (США) **192**
- Лютер, Мартин (Luther), 1483-1546 (Германия) **11**
- Ляпунов, Александр Михайлович, 1857-1918 (Россия) **68**
- Маджорана, К. (Majorana), 1871-1957 (Италия) **105**
- Майер, В.В. (Maher), (Германия) **84**
- Майкельсон, Альберт Абрахам (Michelson), 1852-1931 (США) **56, 74**
- Майнер, В.М. (Miner) **87**
- Мак Кёди, Джон (McCurdy), 1886-1961 (Канада) **100**
- Макаров, Степан Осипович, 1849-1904 (Россия) **90**
- Макилрой, Малькольм Дуглас (McIlroy), род. 1932 (США) **239**
- Мак-Каллок, Уоррен (McCulloch), 1899-1969 (США) **192**
- Маккарти, Джон (McCarthy), род. 1927 (США) **222**
- Маклейн, Саундерс (McLane), 1909-2005 (США) **194**
- Макнейл, П. (Macneil) **161**
- Максвелл, Джеймс Клерк (Maxwell), 1831-1879 (Великобритания) **20, 25, 32, 41, 46-50**
- Маллойн, Джон (John Mulloin), 1925-2009 (США) **208**
- Малюс, Этьен Луи (Malus), 1775-1812 (Франция) **27**

- Маляров, Дмитрий Евгеньевич, 1903-1942 (СССР) **166, 182**
- Мандельштам, Леонид Исаакович, 1879-1944 (Россия) **80, 96, 155, 157, 188, 190**
- Манжос В.Н. (СССР) **215**
- Марков, В.В. (СССР) **267**
- Маркони, Гульельмо (Marconi), 1874-1937 (Италия) **61, 71- 78, 81, 82, 84, 85, 87, 88, 92, 95, 96, 99, 100, 110, 127, 132, 137, 159, 163, 166**
- Марци, Йоханнес Маркус (Marciz), 1595-1667 (Чехия) **15**
- Мастерсон, Эрл Эдгар (Masterson), 1916-2002(США) **211**
- Матусевич, Николай Николаевич, 1879-1950 (Россия) **95**
- Маурер, Роберт (Maurer), род. 1924 (США) **238**
- Мей, Жозеф (May), (Великобритания) **50**
- Мейер, Бернард (Meuer), (Франция) **50**
- Мейман, Теодор (Maiman), 1927-2007 (США) **223**
- Мейсон, Уоррен Перри (Mason), 1900-? (США) **107**
- Мейсснер, Александр (Meissner), 1883-1958 (Австрия) **106, 108, 114**
- Меримен, Джерри (Meriman), (США) **235**
- Меркадер, Эрнст (Mercadier), 1835-1911 (Франция) **58, 65**
- Мерсенн, Марен (Mersenne), 1586-1648 (Франция) **13**
- Мертц, Пьер (Mertz), (США) **131**
- Меуччи, Антонио (Meucci), 1808-1889 (Куба) **41, 42**
- Мид, С. (Mead), (США) **158**
- Мидлтон, Д. **191**
- Миллер, Джон Милтон (Miller), 1882-1962 (США) **103, 115, 118**
- Милликан, Роберт Эндрюс (Millikan), 1868-1953 (США) **92, 104**
- Минц, Александр Львович, 1895-1974 (СССР) **122, 124, 128, 134, 138, 143, 150, 155, 160, 161, 164, 174, 189**
- Миткевич Владимир Фёдорович, 1872-1951 (Россия) **96**
- Михай, Д. (Михали), (Венгрия) **116**
- Мокрофт (Mogcroft) **118**
- Молчанов, Павел Александрович, 1893-1941 (СССР) **130, 145, 151**
- Момот, Евгений Григорьевич, 1902-1957 (СССР) **164**
- Мора, Роберто Ланделл де, 1861-1928 (Бразилия) **69**
- Морган, Н. (Morgan) **153**
- Морено, Ролан (Moreno), (Франция) **243**
- Морзе, Самуэл (Morse), 1791-1872 (США) **35, 37, 38, 40**
- Морита, Акио (盛田 昭夫), 1921-1999 (Япония) **195, 213**
- Морланд, Самуэль (Morland), 1625-1695 (Англия) **14**
- Моррис, Роберт Тэппэн (Morris), род. 1965 (США) **251**
- Моррисон, Чарльз (Morrison), (Великобритания) **19**
- Москвин, А.В. **163, 168**
- Мосцицкий, К.А. (Россия) **63**
- Мотли, У. (Mortley), (США) **228**
- Моура, Роберто Ланделл де (Mouras), 1861-1928 (Бразилия) **79**
- Моучли, Джон Уильям (Mauchly), 1907-1980 (США) **190, 198, 201**
- Муг, Роберт Артур (Moog), 1934-2005 (США) **231**
- Мур, Гордон (Moore), род. 1929 (США) **220**
- Мургас, Джозеф (Murgas), 1864-1929 (Словакия) **91**
- Муррей, Джордж (Murray), 1772-1846 (Великобритания) **23**
- Мушенбрук, Питер (Musschenbroek) 1692-1761 (Нидерланды) **16, 18**
- Мэзор, С. (США) **241**
- Мэйс (Mathes), (США) **145**
- Мэри, Г. (Marie) **227**
- Мюррей, Джеймс (Murrey), 1868-1927 (Великобритания) **52, 77**
- Наджаков, Георги, 1897-1981 (Болгария) **37**
- Найденев, Б.В. (СССР) **215**
- Найквист, Гарри Теодор (Nyquist), 1889-1976 (США) **115, 148, 158**
- Наур, Питер (Naur), род. 1928 (Дания) **222**
- Невяжский, Исаак Харитонович, 1898-1975 (СССР) **166, 174, 176**
- Нейгек, М. (США) **227**
- Нейман, Джон фон (Neumann), 1903-1957 (США) **194, 214**
- Нейман, М. (Великобритания) **187**
- Нейман, Франц Эрнст (Neumann), 1798-1895 (Германия) **40**
- Непер, Джон (Napier), 1550-1617 (Шотландия) **9, 12**
- Нидэм, Роджер Майкл (Needham), 1935-2003 (Великобритания) **205**
- Никитин, Николай Васильевич, 1907-1973 (СССР) **236**
- Никол, Ф. (Nicoll), (США) **216**
- Николс, Уильям Генри (Nichols), 1852-1930 (США) **131**

- Никольсон, Уильям (Nicholson), 1753-1815 (Великобритания) **24, 26**
- Никсдорф, С. (США) **113**
- Нипков, Пауль (Nipkow), 1860-1940 (Германия) **60, 151**
- Ниренберг, Роберт Густавович, 1877-1939 (Россия) **158**
- Нихолсон (Nicholson), (США) **116**
- Нобили, Леонардо (Nobili), (Италия) **32**
- Нобль, Даниель Е. (Noble), 1901-1980 (США) **182**
- Новиков, Игорь Дмитриевич, род. 1935 (СССР) **230**
- Нойс, Роберт Нортон (Noyce), 1927-1990 (США) **219, 220**
- Ноле, Жан Антуан (Nollet), 1700-1770 (Франция) **18**
- Норт, Д.О. (North), (США) **191**
- Ньютон, Исаак (Newton), 1642-1727 (Англия) **9, 13-15, 20**
- Оганов, Н.И. (СССР) **160**
- Окабе, Кинджиро (岡部 金治郎), 1896-1984 (Япония) **132, 150**
- Ол, Рассел (Russell), 1898-1987 (США) **180, 184, 212**
- Оливер, Бернанд М. (Oliver), 1916-1995 (США) **199, 200**
- Олсон, Гарри Фердинанд (Olson), 1901-1982 (США) **174**
- Ом, Георг Симон (Ohm), 1787-1854 (Германия) **25, 32, 34**
- Остин, Льюис Винслоу, (Austin) 1867-1932 (США) **85, 107**
- Остроградский, Михаил Васильевич, 1801-1861 (Россия) **35**
- Остроумов, Борис Андреевич, 1887-1979 (СССР) **132**
- Остряков, Пётр Алексеевич, 1887-1952 (СССР) **116**
- Отред, Уильям (Oughtred), 1574-1660 (Англия) **13**
- Ощепков, Павел Кондратьевич, 1908-1992 (СССР) **161, 165**
- Пайва, Адриано де (Paiva), 1847-1907 (Португалия) **56, 58**
- Паккард, Дэвид (Packard), 1912-1996 (США) **178**
- Папалекси, Николай Дмитриевич, 1880-1947 (Россия) **80, 98, 104, 109, 155, 157, 188**
- Папьян, Билл (Bill Papian), (США) **202, 209**
- Паркинсон, Д. (Parkinson), (США) **182**
- Пархоменко, Владимир Иванович, 1914-2006 (СССР) **198**
- Паскаль, Блез (Pascal), 1623-1662 (Франция) **9, 13**
- Пац-Элизур, Т. (Израиль) **257**
- Пачинотти, Антонио (Pacinotti), 1841-1912 (Италия) **46**
- Педерсен, Педер Олуф (Pedersen), 1874-1941 (Дания) **93**
- Пейдж, Р. (США) **164**
- Пейдж, Чарльз Графтон (Grafton), 1812-1868 (США) **38**
- Пензиас, Арно Аллас (Penzias), род. 1933 (США) **230**
- Перри, Джон (Perry) **57, 58**
- Перский, Константин Дмитриевич, 1854-1906 (Россия) **77**
- Песьяцкий, И.Ф. **169, 188**
- Петерсон, Г. (США) **139, 154**
- Петерсон, Е. (Peterson) (США) **150**
- Петр I Великий, 1672-1725 (Россия) **15, 17**
- Петров, Василий Владимирович, 1761-1834 (Россия) **26**
- Петрович, Николай Тимофеевич, род. 1915 (СССР) **212**
- Петровский, Алексей Алексеевич, 1873-1942 (Россия) **86, 98, 104**
- Пикард, Гринлиф Виттер (Pickard), 1877-1956 (США) **86, 77, 94, 95, 103**
- Пикси, Ипполит (Pixii), 1808-1835 (Франция) **35**
- Пирс, Джон Робинсон (Pierce), 1910-2002 (США) **193, 199**
- Пирсон, Джеральд (Gerald Pearson), род. 1905 (США) **212, 213**
- Пискунов, И.В. (СССР) **181**
- Пискунов, Н.Г. (СССР) **138**
- Пистолькорс, Александр Александрович, 1896-1996 (СССР) **157, 176**
- Питтман, Гарри (Pittman), (США) **224**
- Питтс, Уолтер Гарри (Pitts), 1923-1969 (США) **192**
- Пифагор (Πυθαγόρας), 570-490 до н.э. (Греция) **6, 7**
- Плантэ, Раймонд Гастон (Plante), (Франция) **46**
- Плюккер, Юлиус (Plücker), 1801-1868 (Германия) **46**
- Погендорф, Иоганн (Poggendorf), 1796-1877 (Германия) **29**
- Погорелко, Павел Александрович, (СССР) **182**
- Познанский, Анатолий Бенедиктович, 1945-1993 (СССР) **267, 268**
- Пойнтинг, Джон Генри (Poynting), 1852-1914 (Великобритания) **51, 61**
- Полевой, И.П. (СССР) **152**

- Полумордвинов, Александр Аполлонович, 1874-1942 (Россия) **77, 78, 149**
- Попов, Александр Степанович, 1859-1905 (Россия) **70-72, 74-78, 82, 86, 197**
- Попов, В.И. (СССР) **138**
- Попов, Юрий Михайлович, род. 1929 (СССР) **220**
- Порта, Д.Б. (Porta), (Италия) **11**
- Потехин, Владислав Александрович (СССР) **267**
- Потоцкий, Николай Егорович, род.1930 (СССР) **276**
- Поульсен, Вальдемар (Poulsen), 1869-1942 (Дания) **74, 85, 96**
- Прейсман, А. (Preisman) **174**
- Преснов, Виктор Алексеевич, 1917-1987 (СССР) **222**
- Принс, С. (Prince) **118**
- Пристли, Джозеф (Pristly), 1733-1804 (Великобритания) **21**
- Прохоров, Александр Михайлович, 1916-2002 (СССР) **204, 207, 217, 230, 235**
- Прохорчук (СССР) **224**
- Птолемей (Πτολεμαῖος, лат. Ptolemaeus), ок. 87-165 (Греция) **9, 10**
- Пуассон, Симеон Дени (Poisson), 1781-1840 (Франция) **28, 32**
- Пупин, Михайло (Pupin), 1858-1935 (США) **68, 75**
- Пушкеш, Теодор (Puskás), 1845-1893 (Венгрия) **55**
- Пфлеймер, Фриц (Pfleumer), 1881-1945 (Германия) **146**
- Райнс, Роберт (Rines), 1922-2009 (США) **186**
- Райс, С. (США) **198**
- Райс, Честер (Rice), 1888-1951 (США) **135, 170**
- Рамсей, В. (Rumsey), (США) **149, 192, 216**
- Раппапорт, Г. (Rapport) **196**
- Расплетин, Александр Андреевич, 1908-1967 (СССР) **157**
- Рассел, Дж. (Russel), (США) **173**
- Раунд, Генри Джозеф (Round), 1881-1966 (Великобритания) **106, 142**
- Раус, Э. (Routh), (Великобритания) **55**
- Ребер, Гроте (Reber), 1911-2002 (США) **172**
- Рейс, Иоганн Филипп (Reis), 1834-1874 (Германия) **46**
- Ренгартен, Иван Иванович, 1883-1920 (Россия) **110**
- Рентген, Вильгельм Конрад (Röntgen), 1845-1923 (Германия) **61**
- Реомюр, Рене Антуан (de Réaumur), 1683-1757 (Франция) **17**
- Реутов, Александр Павлович, род. в 1926 (СССР) **218**
- Рехницер, Александр (Rechnitzer), 1882-1922 (Австро-Венгрия) **108**
- Решетнев, Михаил Федорович, 1924-1996 (СССР) **262**
- Ривз, А. (Reeves), (Великобритания) **173**
- Риги, Аугусто (Righi), 1850-1921 (Италия) **57, 62-64, 69**
- Риньо, Жорж (Франция) **98**
- Риттенгаус, Давид (Rittenhouse), 1732-1796 (США) **21**
- Риттер, Иоганн (Ritter), (Великобритания) **24, 26**
- Риттер, Ричард (Ritter), (Германия) **66**
- Ритчи, Деннис (Ritchie), род. 1941 (США) **239, 241**
- Рихман, Георг Вильгельм, 1711-1753 (Россия) **18, 19**
- Риц, Ойген (Riesz), (Германия) **103**
- Ричардс, П. (Richards) **166**
- Ричардсон, Оуэн Уилланс (Richardson), 1879-1959 (Великобритания) **82**
- Ричи, Уильям (Richi), (Великобритания) **34**
- Робертс, В. (Roberts), (США) **145**
- Робертс, Генри Эдвард (Roberts), 1941-2010 (США) **243**
- Робинс, Т. (Robins) **192**
- Ровен, Дж. (Rowen), (США) **228**
- Роджер, Г. (Roger) **154**
- Роджер, Дж. (Roger) **113**
- Роджер, Э. (Франция) **74**
- Роджерс, Тед (Канада) **156**
- Рожанский, Дмитрий Аполлинариевич, 1882-1936 (Россия) **101**
- Розенблатт, Фрэнк (Rosenblatt), 1928-1969 (США) **187**
- Розинг, Борис Львович, 1869-1933 (Россия) **68, 73, 80, 97-101, 103, 108, 139**
- Романова (Дубинина), Надежда Михайловна (СССР) **163, 177**
- Романьези (Италия) **29**
- Рональдс, Фрэнсис (Ronalds), 1788-1873 (Великобритания) **28**
- Росс, Ян (Ross), род. 1927 (США) **204, 213**
- Роуз, Альберт (Rose), 1910-1990 (США) **191**
- Роуланд, Генри (Rowland), 1848-1901 (США) **54, 59**
- Рошеншольд, Т. Мунк (Roschenschold) (Германия) **37**
- Рубенс, Генрих (Rubens), 1865-1922 (Германия) **66**
- Румкорф, Генрих (Ruhmkorff), 1803-1877 (Франция) **38, 42, 70**

- Рунге, Карл Давид (Runge), 1856-1927 (Германия) **232**
- Руссель, Филипп (Франция) **241**
- Рчеулов, Борис Александрович (СССР) **125, 126**
- Рыфтин, Яков Александрович, 1905-1989 (СССР) **155**
- Рэлей, лорд (Rayleigh), прав. Стретт, Джон Уильям (Strutt), 1842-1919 (Великобритания) **56, 59, 60, 63, 64, 68, 73**
- Рэндалл, Джон (Randall), 1905-1984 (Великобритания) **180**
- Рэнжер, Ричард (Ranger), 1889-1962 (США) **135**
- Савар, Феликс (Savart), 1791-1841 (Франция) **30, 32, 34**
- Савер, Жозеф (Saver), 1653-1716 (Франция) **13, 17**
- Сальва, Франсиско (Salva), (Испания) **22, 23, 26-28**
- Санлек, М. (Франция) **57**
- Сарбей, О.Г. (СССР) **228**
- Саргров, Д. (Великобритания) **192**
- Сарнов, Давид Абрамович, 1891-1971 (США) **113, 117**
- Саусворс, Джордж Кларк (Southworth), 1890-1972 (США) **153, 162**
- Сенлек, Константин (Франция) **59**
- Сесслер, Герхард (Sessler), род. 1931 (Германия) **230**
- Сили, С. **171**
- Сильва, Джон (Silva), (США) **218**
- Сифоров, Владимир Иванович, 1904-1993 (СССР) **194**
- Скафф, Дж. Х. (Scaff), США **184**
- Сквиер, Джордж Оуэн (Squier), 1865 - ? (США) **99**
- Скотт, Гермона Госмер (Scott), 1909-1975 (США) **173**
- Скотт, Е. (Scott) **163**
- Скотт, Хью (Scott), 1890-1974 (США) **174**
- Скотт-Таггарт, Джон (Scott-Taggart), 1897-1979 (Великобритания) **123**
- Скриппер (США) **196**
- Слаби, Адольф Карл (Slaby), 1849-1913 (Германия) **74**
- Слиозберг, М.А. (СССР) **162**
- Слонимский, Зиновий Яковлевич, 1810-1904 (Россия) **45**
- Слоттоу, Джин (Slottow), (США) **230**
- Слущкий, Евгений Евгеньевич, 1880-1948 (СССР) **145, 147**
- Слущкин, А.А. (СССР) **162**
- Смит, Джордж Элвуд (Smith), род. 1930 (США) **237, 238**
- Смит, Оберлин (Smith), 1840-1926, (США) **54**
- Смит, Уиллоуби (Smith), 1828-1891 (Великобритания) **50**
- Смит, Филип Хагар (Smith), 1905-1987 (США) **178**
- Смит, Эразмус Пешайн (Smith), 1814-1882 (США) **42**
- Соколов, Г.И. (СССР) **267**
- Соммеринг, Самуил Томас фон (von Sommering), 1755-1830 (Германия) **27**
- Сорас, А. (Thuras), (США) **147**
- Сорокин, Г.С. (СССР) **152**
- Спенсер, Перси (Spencer), 1894-1970 (США) **194, 195**
- Спонабл (Sponable) **117**
- Спрэйг, Фрэнк Юлиан (Sprague), 1857-1934 (США) **89**
- Спунер, Г. (Spoonner), (Великобритания) **133**
- Стаблфилд, Натан (Stubblefield), 1860-1928 (США) **59, 68**
- Станов, Н.И. (СССР) **164**
- Старк, Х. (Starke), (Германия) **85**
- Стерджен, Вильям (Sturgeon), 1783-1850 (Великобритания) **31, 35**
- Стивенс, Р. (Stevens), (США) **225**
- Стогов, Д.С. (СССР) **161**
- Стокс, Джордж Габриэль (Stokes), 1819-1903 (Великобритания) **43**
- Столетов, Александр Григорьевич, 1839-1896 (Россия) **62, 64**
- Стоней, Георг Джонстон (Stoney), 1826-1911 (Ирландия) **52**
- Стоун, Джон (Stone), 1869-1943 (США) **77, 92**
- Стратонович, Руслан Леонтьевич, 1930-1997 (СССР) **224**
- Страттон, Джулиус Адамс (Stratton), 1901-1994 (США) **153**
- Страуструп, Бьёрн (Stroustrup), род. 1950 (Дания) **250**
- Стронг, С. (Strong) **182**
- Строугер, Алмон Браун (Strowger), 1839-1902 (США) **62, 65, 66, 93, 97**
- Строук, Дж. (Stroke), (США) **231**
- Стрэттон, Самюэль (Stratton), 1861-1931 (США) **74**
- Татаринов, Владимир Васильевич, 1878-1941 (РСФСР) **116, 140, 142**
- Татаринов, С.В. (СССР) **129**
- Таунс, Чарлз Хард (Townes), род. 1915 (США) **204, 207, 217, 223, 230**
- Теал, Гордон Кид (Teal), 1907-2003 (США) **211**

- Телеген, Бернардус Доминикус (Tellegen), 1900-1990 (Нидерланды) **141, 150, 201**
- Терман, Фредерик Эммонс (Terman), 1900-1982 (США) **153, 178**
- Термен, Лев Сергеевич, 1896-1993 (РСФСР) **80, 119, 138, 142**
- Тер-Осипянц, С.Т. (СССР) **198**
- Тесла, Никола (Тесла), 1856-1943 (США) **25, 63-66, 68, 69, 72, 74, 76, 77, 82, 83, 88**
- Тимофеев, Пётр Васильевич, 1902-1982 (СССР) **162**
- Тиндал, Джон (Tyndall), 1820-1893 (Великобритания) **49**
- Тирел, В. (Tyrell) **198**
- Тиханьи, Кальман (Tihanyi), 1897-1947 (Венгрия) **146, 149**
- Тоци, А. (Италия) **95, 115**
- Тома де Кольмар, Шарль Ксавье (Thomas de Colmar), 1785-1870 (Франция) **30**
- Томлинсон, Раймонд Самуил (Tomlinson), род. 1941 (США) **239**
- Томпсон, Кеннет Лейн (Thompson), род. 1943 (США) **239**
- Томсон, Джозеф Джон (Thomson), 1856-1940 (Великобритания) **59, 73**
- Томсон, Уильям, лорд Кельвин, (Thomson, Kelvin), 1824-1907 (Великобритания) **20, 41, 43, 45, 54**
- Томсон, Элиу (Thomson), 1853-1937 (США) **65, 68, 76**
- Тордон, Дж. (США) **207**
- Ториката, У. (Япония) **104**
- Торрес-Кеведо, Леонардо (Torres-Quevedo), 1852-1936 (Испания) **86, 87**
- Тревор, Б. (Trevor) (США) **159**
- Троттер, Александр (Trotter), 1857-1947 (Великобритания) **67**
- Троубридж, Джон (Trowbridge), 1843-1923 (США) **58**
- Труствик, Адриан ван, 1752-1837 (Нидерланды) **24**
- Туве, Мерли Энтони (Tuve), 1901-1982 (США) **136, 140**
- Турвилль, Анн Илларион (de Tourville), 1642-1701 (Франция) **15**
- Турлыгин, С.Я. (СССР) **137**
- Тьюки, Джон Уайлдер (Tukey), 1915-2000 (США) **232**
- Тьюринг, Алан Матисон (Turing), 1912-1954 (Великобритания) **167, 172, 180, 187, 202**
- Тэйлор, Альберт Хойт (Taylor), 1879-1961 (США) **126**
- Тэйлор, Джеффри (Taylor) **87, 133**
- Уайлс, Эндрю Джон (Wiles), род. 1953 (Великобритания) **255**
- Уайт, Рой (White) (США) **218**
- Уда, Шинтаро (Uda), (Япония) **132**
- Уилер, Гарольд Олден (Wheeler), 1903-1996 (США) **139, 140, 170**
- Уилер, Джон Арчибальд (Wheeler), 1911-2008 (США) **190**
- Уилер, Дэвид А. (Wheeler), 1927-2004, (США) **205**
- Уилкс, Морис Винсент (Wilkes), 1913-2010 (Великобритания) **205**
- Уитстоун, Чарльз (Wheatstone), 1802-1875 (Великобритания) **30, 32, 38, 40, 44, 49**
- Умов, Николай Алексеевич, 1847-1880 (Россия) **51**
- Уолл, Вильям (Англия) **17**
- Уотсон, Томас (США) **53, 111**
- Усагин, Иван Филиппович, 1855-1919 (Россия) **54**
- Ухтомский, Павел Петрович, 1848-1910 (Россия) **90**
- Фабрикант, Валентин Александрович, 1907-1991 (СССР) **205**
- Фаенсон, Яков Наумович (СССР) **266, 267**
- Фалес Милетский (Θαλῆς ὁ Μιλήσιος), ок. 625-547 до н.э. (Греция) **6, 7**
- Фалькон, Жан-Баптист (Falcon), (Франция) **27**
- Фарадей, Майкл (Faraday), 1791-1867 (Великобритания) **27, 30, 34, 35, 36, 48, 52**
- Фарби, Оноре (Farbi), (Франция) **14**
- Фаренгейт, Габриэль-Даниэль (Fahrenheit), 1686-1736 (Германия) **17, 18**
- Фарнsworth, Фило Тэйлор (Farnsworth), 1906-1971 (США) **131, 143, 144, 164**
- Феддерсен, Беренд Вильгельм (Feddersen), 1832-1918 (Германия) **41, 45**
- Феджина, Ф. (США) **241**
- Федоров, Владимир Павлович, род. 1929 (СССР) **275**
- Федоров, М.М. (СССР) **163**
- Федорович, Р.Д. (СССР) **228**
- Фейнман, Ричард Филлипс (Feynman), 1918-1988 (США) **204, 218**
- Фельдман, К. (Feldman), (США) **171**
- Фельт, Ю.Д. (США) **61**
- Фергасон, Джеймс (Ferguson), 1934-2008 (США) **238**
- Ферма, Пьер де (de Fermat), 1601-1665 (Франция) **14, 255**
- Феррари, Галилео (Ferraris), 1847-1897 (Италия) **64**
- Феррис, В. (Ferris) (США) **102**

- Фессенден, Реджинальд (Fessenden), 1866-1932 (США) **78- 80, 84, 87, 89, 92, 93, 96, 98, 100, 104, 108, 114**
- Фехнер, Густав Теодор (Fechner), 1801-1887 (Германия) **40**
- Физо, Арман Ипполит Луи (Fizeau), 1819-1896 (Франция) **39, 42, 43**
- Филбрик, Джордж Артур (Philbrick), 1830-? (США) **174**
- Фитцджеральд, Георг (FitzGerald), 1851-1901 (Ирландия) **60, 62, 64**
- Фишер, Ф. (Швейцария) **177**
- Флауэрс, Томас Гарольд (Flowers), 1905-1998 (Великобритания) **90**
- Флеминг, Джон Амброс (Fleming), 1849-1945 (Великобритания) **65, 80, 81, 88, 110**
- Флершайн, Х. (Flurschein) **131**
- Флетчер, Харви (Fletcher), 1884-1981 (США) **156, 161, 182**
- Фляйхсиг, В. (Fleischsig) **176**
- Фонтане, Ипполит (Fontaine), 1833-1910 (Франция) **56**
- Форг, С. (США) **203**
- Форест, Ли де (De Forest), 1873-1961 (США) **80, 93, 96, 99, 105, 106, 117**
- Форестер, Г. (Forestier), (Франция) **149**
- Форрестер, Джей Райт (Forrester), род. 1918 (США) **201, 202, 205, 209, 229**
- Фостер, Р. **171**
- Фразер, И. (США) **220**
- Франклин, Бенджамин (Franklin), 1706-1790 (США) **16, 19, 20**
- Франклин, Чарльз (Franklin), 1876-1958 (США) **114, 125, 133**
- Франсон, П. (Francon), (Франция) **225**
- Фраунгофер, Йозеф (Fraunhofer), 1787-1826 (Германия) **21**
- Фредендал, Г. (Fredendal) **196**
- Фрейденберг, Михаил Филиппович, 1858-1920 (Россия) **71**
- Френд, А. (США) **169**
- Френель, Огюстен Жан (Fresnel), 1788-1827 (Франция) **24, 27, 28, 29, 30, 31**
- Френкель, Яков Ильич, 1894-1952 (СССР) **171**
- Фриман, Р. (Freeman) **173**
- Фрис, Гаральд Т. (Friis), 1883-1976 (США) **170, 171, 189**
- Фриттс, Чарльз (Fritts), 1869- ? (США) **64**
Селеновая мозаика
- Фуко, Жан Бернар Леон (Foucault), 1819-1868 (Франция) **42**
- Фуллер, Келвин (Fuller), (США) **212**
- Фуркруа, Антуан де (de Fourcroy), 1755-1809 (Франция) **24**
- Фурье, Жан-Баптист (Fourier), 1768-1830 (Франция) **13, 27, 30**
- Фэйред, Г. (Fayered) **163**
- Хоуксби, Френсис (Hawksbee), ? - ок. 1713 (Англия) **17**
- Хабанн, Эрих (Habann), 1892-1968 (Германия) **133**
- Хазелтайн, Луи Алан (Hazeltine), 1886-1964 (США) **126, 127**
- Хайлэнд, Лоуренс А. (Hyland), 1897-1989 (США) **152**
- Хайтон, Генри (Великобритания) **42**
- Хайтон, Эдвард (Великобритания) **42**
- Хаксли, Томас Генри (Huxley), 1825-1895 (Великобритания) **55, 56**
- Халл, Альберт Уаллас (Hull), 1880-1966 (США) **113, 123, 134, 148, 150**
- Халл, Л.М. (Hull) **123**
- Хаммонд младший, Джон Хейс (Hammond Jr.), 1888-1965 (США) **104, 110**
- Хаммонд, Джон Хейз (Hammond), 1855-1936 (США) **114**
- Ханеман **153**
- Хансен, Вильям Вебстер (Hansen), 1909-1949 (США) **172, 174, 200**
- Хартли, Ральф Винтон Лайон (Hartley), 1888-1970 (США) **131, 143, 150**
- Хевисайд, Оливер (Heaviside), 1850-1925 (Великобритания) **37, 53, 60, 62-65, 75, 85**
- Хезелтайн, Льюис Алан (Hazeltine), 1886-1964 (США) **115**
- Хей, Джеймс Стенли (Hey), 1909-2000 (Великобритания) **172**
- Хейзинг, Рэймонд А. (Heising), 1888-1965 (США) **112, 114, 135, 139**
- Хейл, Оскар Эрнст (Heil), 1908-1994 (Германия) **164**
- Хейлмейер, Джорж Гарри (Heilmeier), род. 1936 (США) **236**
- Хейман, Ф. (Heiman), (США) **227**
- Хелл, Рудольф (Hell), 1901-2002 (Германия) **139, 143**
- Хемминг, Ричард Уэсли, 1915-1998 (США) **200**
- Хетагуров, Ярослав Афанасьевич, род. 1926 (СССР) **221**
- Хефнер-Альтенек, Фридрих (Hefner-Alteneck), 1845-1904 (Германия) **46**
- Хинчин, Александр Яковлевич, 1894-1959 (СССР) **162, 189**
- Хладни, Эрнст Флоренс (Chladni), 1756-1827 (Германия) **21**
- Холл, Эдвин Герберт (Hall), 1855-1938 (США) **56**

- Хлебородов, Валерий Андреевич, род. 1937 (Россия) **249**
- Хокхем, Джордж (Hockham), (Великобритания) **234, 238**
- Холл, Р. (США) **227**
- Холлерит, Герман (Hollerith), 1860-1929 (США) **60, 61, 65, 72**
- Холлман, Ганс Эрик (Hollmann), 1899-1960 (Германия) **150**
- Холопьяк, И. (США) **227**
- Хольст, Г. (Нидерланды) **150** Пентод
- Хоппер, Грейс Мюррей (Hoppper), 1906-1992 (США) **209**
- Хортон (Horton), (Германия) **145**
- Хоувелл, Джон Вайт (Howell), 1857-1937 (США) **71**
- Хоуэлз, Пол (США) **223**
- Хофф, Маркиан Эдвард «Тед» (Hoff), род. 1937 (США) **240, 241**
- Хофштейн, С. (Hofstein), (США) **227**
- Хьюз, Говард Робард мл. (Hughes), 1905-1976 (США) **175**
- Хьюз, Дэвид Эдвард (Hughes), 1831-1900 (США) **43, 55, 57**
- Хьюлет, Уильям Реддингтон (Hewlett), 1913-2001 (США) **178**
- Хэддок, Ф. (Haddock), (США) **200**
- Хэрролд, Чарлз Дэвид (Herrold), 1875-1948 (США) **100, 105**
- Хэрриот, Дональд (Herriotte), (США) **223**
- Хюльсмейер, Христиан (Hülsmeier), 1881-1957 (Германия) **88, 127**
- Цайгер, Герберт (Zeiger), (США) **207**
- Цельсий, Андерс (Celsius), 1701-1744 (Швеция) **18**
- Циперновский, Кароли (Zipernowski), 1853-1942 (Венгрия) **62**
- Цузе, Конрад (Zuse), 1910-1995 (Германия) **176, 190**
- Чанг, К. (Chang) **189**
- Чапек, Карел (Čapek), 1890-1938 (Чехия) **120**
- Чапин, Дерил (Chapin), 1906-1995 (США) **212**
- Чарлтон, В. (Charlton) **14**
- Черенков, В. (СССР) **155**
- Чернецов, Николай Яковлевич (СССР) **182**
- Чернышев, Александр Алексеевич, 1882-1940 (СССР) **138**
- Чёрч, Алонзо (Church), 1903-1995 (США) **167**
- Четыркин, К.И. (РСФСР) **122**
- Шавлов, Артур Леонард (Schawlow), 1921-1999 (США) **217**
- Шалыт, Л.Я. (СССР) **267**
- Шантц, Дж. (Schantz) **173**
- Шапиро, Эхуд (אהוד שפירא), род. 1955 (Израиль) **257**
- Шапошников, Сергей Иванович, 1887-1960 (СССР) **135**
- Шапп, Клод (Chappe), 1763-1805 (Франция) **22, 23**
- Шарбау (Sharbaugh) **196**
- Шаффи, Эмори Леон (Chaffee), 1885-1975 (США) **113, 174**
- Швейгер, Иоганн Соломон (Schweigger), 1779-1857 (Германия) **29**
- Шелленг, Дж. (Schelleng), (США) **161**
- Шеллер, Г.П. (Великобритания) **96**
- Шембель, Борис Константинович, 1900-1987 (СССР) **161, 163**
- Шене, И.Г. (СССР) **267**
- Шеннон, Клод Элвуд (Shannon), 1916-2001 (США) **174, 199, 202**
- Шербиус, Артур (Scherbuis), 1878-1929 (Германия) **118**
- Шикард, Вильгельм (Schickard), 1592-1635 (Германия) **13**
- Шиллинг, Павел Львович, 1786-1837 (Россия) **34, 35**
- Ширман, Яков Давидович, род. 1919 (СССР) **215**
- Шмаков, Павел Васильевич, 1885-1982 (СССР) **162, 203**
- Шмитт, Отто Герберт (Schmitt), 1913-1998 (США) **174**
- Шогнесси, Е. (O'Shaughnessy) **115**
- Шокли, Вильям Брэдфорд (Shockley), 1910-1989 (США) **141, 196, 197, 201, 205, 207**
- Шорин, Александр Фёдорович, 1890-1941 (СССР) **116**
- Шоттки, Вальтер Германн (Schottky), 1886-1976 (Германия) **110, 112-115, 133, 150, 173**
- Шоу, Р.Ф. (Shaw) (США) **238**
- Шротер (Schroter) **158**
- Шталь, Александр Викторович, 1865-1950 (Россия) **55**
- Штейнгель, Карл Август (von Steinheil), (Германия) **35**
- Штейнмец, Чарльз Протеус (Steinmetz), 1865-1923 (США) **87**
- Штер, В. (Stohr) (США) **237**
- Штибитц, Джордж Роберт (Stibitz), 1904-1995 (США) **172**
- Штилле, Курт (Stille), (Германия) **133**
- Шулейкин, Михаил Васильевич, 1884-1939 (СССР) **109, 113, 115, 120**
- Шульц, Е. (Франция) **123**
- Шульц, Питер (Peter C. Schultz), род. 1942 (США) **238**

Шумейкер, Гарри (Shoemaker), 1879-1932 (США) **92**
Шустер, Артур (Schuster), 1851-1934 (Великобритания) **52**
Шутц, Георг (Scheutz), 1785-1873 (Швеция) **44**
Шухов Владимир Григорьевич, 1853-1939 (РСФСР) **122**
Щеголев, Евгений Яковлевич, 1893-1956 (СССР) **157**
Щелкунов, Сергей Александрович (Schelkunoff), 1897-1992 (США) **154, 158**
Щукин, Александр Николаевич, 1900-1990 (СССР) **194**
Эванс, С. (C. J. Evans) **73**
Эверетт, Джон (Everett), (Великобритания) **53**
Эвинг, Джеймс Алфред (Ewing), 1855-1935 (Шотландия) **57**
Эгли (Egli) **108**
Эгучи, Мототаро (Япония) **37**
Эдвардс, К. (Edwards) **189**
Эдисон, Томас-Альва (Edison), 1847-1931 (США) **45, 50, 53-55, 57, 58, 60-63, 71, 87, 110**
Эйленберг, Самуэль (Eilenberg), 1913-1998 (США) **194**
Эйлер, Леонард (Euler). 1707-1783 (Россия) **17, 20, 51**
Эйнштейн, Альберт, 1879-1955 (Германия) **92**
Экерсли, Томас Лидвелл (Eckersley), 1886-1959 (Великобритания) **145**
Эккерт, Джон Адам мл. (Eckert), 1919-1995 (США) **190, 198, 205**
Экстрем, А. (Швеция) **101**
Элликот, Дж. (Ellicott), (Англия) **18**
Эльвелл (Elwell), (Италия) **114**
Эльстер, Юлиус (Elster), 1854-1920 (Германия) **58**

Эмпедокл (Ἐμπεδοκλῆς), ок. 490-430 до н.э. (Греция) **7**
Энгельбарт, Дуглас Карл (Engelbart), род. 1925 (США) **231**
Эпикур (Επίκουρος), 342/341-271/270 до н.э. (Греция) **6, 8**
Эпинус, Франц Ульрих (Aepinus), 1724-1802 (Россия) **20, 21**
Эпплтон, Эдвард Виктор (Appleton), 1892-1965 (Великобритания) **125, 136, 137, 196**
Эрикссон, Ларс Магнус (Ericsson), 1846-1926 (Швеция) **73, 102**
Эрстед, Ханс Кристиан (Ersted), 1777-1851 (Дания) **29, 38**
Эсаки, Лео (江崎 玲於奈), род. 1925 (Япония) **125, 204, 216, 220**
Эспенчайд, Ллойд (Espenchied), (Великобритания) **131**
Эспеншид, Ллойд (Espenschied), 1889-1986 (США) **133, 178**
Эстони, Льюис Мария (Estaunie), 1862-1942 (Франция) **91**
Юзвинский, В.И. (СССР) **183**
Юнг, Томас (Young), 1773-1829 (Великобритания) **24, 26, 27**
Яблочков, Павел Николаевич, 1847-1894 (Россия) **52, 54, 55**
Яги, Хидецугу (Yagi), 1886-1976 (Япония) **132**
Якоби, Борис Семенович, 1801-1874 (Россия) **33, 36, 37, 39**
Янг, Лоренс (Young), 1905-2000 (США) **126**
Янсен, Дж. (Janssen) **203**
Янский, Карл Гус (Jansky), 1905-1950 (США) **153**
Янчевский, К.М. (СССР) **152**
Ятес, Вильям (Yates), (США) **243**

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сарычев В.А. Развитие средств радиоэлектроники, информатики и технологии менеджмента, используемых в интересах транспорта // Проблемы транспорта / Международная академия транспорта; АООТ «НПП «Радар-ММС». – СПб. : РДК-принт, 2000. – Вып. 3.
2. Календарь памятных и знаменательных дат и событий в области радиотехники и электросвязи. 2000 [Электронный ресурс]. – URL: rtuis.miem.edu.ru.
3. Искровой беспроводный телеграф, как эпоха ранней радиосвязи [Электронный ресурс]. – URL: <http://radiomuseum.ur.ru/index4.html>.
4. Краткая летопись радио [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.viol.uz/chronicle.html>.
5. Jones R.V. Communication system and technology. A chronology of communication events [Электронный ресурс]. – URL: jones@deas.harvard.edu.
6. История электрической искры [Электронный ресурс]. – URL: <http://radiomuseum.ur.ru/index5.html>.
7. История радио в именах [Электронный ресурс]. – URL: <http://radio5.boom.ru/hist.html>.
8. «Новая» история: радиосвязь и оптические системы [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nioltele.com/histiry1.htm>.
9. Радио... радио... радио... (начало XX века) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rirt.ru/history/navigation/xx-century.htm>.
10. Изобретение А.С. Поповым системы телеграфии без проводов [Электронный ресурс]. – URL: http://physfac.bspu.secna.ru/journals/physics/2002/16/no16_1.htm.
11. Пестриков В.М. История радиопередатчика: конструкции и их творцы // Радиолюбби. – 1999. – № 1. – С. 2-4.
12. Мельник В.А., Кондаков Д.Ф. Летопись отечественной радиотехники и радиовещания [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.qrz.ru/articles/detail.phtml?id=63>.
13. The work of Jagadis Chandra Bose: 100 years of mm-wave research [Electronic resource]. – URL: <http://www.tuc.nrao.edu/~demerson/bose/bose.html>

14. Календарь памятных и знаменательных дат и событий в области радиотехники и электросвязи [Электронный ресурс]. – URL: <http://u887.24.spylog.com/cnt?f=3&p=1&rn=0.4040503111535495>.
15. Lewis Mason Clement – a Pioneer of Radio [Electronic resource]. – URL: <http://cpr.org/Museum/Radio.html>.
16. Новая история. Календарь событий [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.computer-museum.ru/connect/calendar.htm>.
17. Кук К.И. Радиосвязь в Великую Отечественную [Электронный ресурс]. – URL: http://www.computer-museum.ru/connect/radio_vo.htm.
18. Arguimbau L.B., Adler R.B. Vacuum Tube Circuits and Transistors. – New York : Wiley, 1957.
19. История телевидения [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.internews.ru/tvhistory/l/19.html>.
20. Some dates in the exploration of the magnetosphere [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ikj.rssi.ru/mirrors/stern/Education/whchron.html>.
21. Новая история: радиосвязь и оптические системы [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nioltele.com/history1.htm>.
22. CBN History: Radio/Broadcasting Timeline [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.wcbs.org/history/wcbsntime.html>.
23. The History of Microphones [Электронный ресурс]. – URL: <http://inventors.about.com/library/inventors/blmicrophones.htm>.
24. Electrician. – 1990. – Vol. 46. – 26 Oct. – P. 21.
25. История развития компьютера [Электронный ресурс]. – URL: <http://history-pc.narod.ru/>
26. Television History - The First 75 Years [Electronic resource]. – URL: <http://www.tvhistory.tv/pre-1935.htm>.
27. Mukherji V. Some historical aspects of Jagadis Chandra Bose's microwave research during 1895-1900 [Electronic resource]. – URL: http://www.new.dli.ernet.in/rawdataupload/upload/insa/INSA_1/20005af5_87.pdf
28. История цифрового ТВ [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.dtb.ru/news/tv.php>.
29. Bellis M. History of Television [Электронный ресурс]. – URL: <http://inventors.about.com/library/inventors/bltelevision.htm>.
30. TV Broadcasting. The development of mass-media visual broadcasting and the inventions that led to its popularity [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.historymole.com/cgi-bin/main/results.pl?type=theme&theme=TV>.

31. History-television. Important dates in the history of television [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.dennisglass.com/history-tl-television.html>.
32. Kochhar R. J.C. Bose: The Inventor Who Wouldn't Patent [Electronic resource]. – URL: <http://www.qsl.net/vu2msy/JCBOSE1.htm>.
33. Храмов Ю.А. Физики : биографический справочник. – М. : Наука, 1983. – 400 с.
34. Савельев И. Фантастика и реальность // Тайны XX века. – 2008. – № 45. – С. 28-29.
35. Lebrecht N., Walkman S. Music to whose ears? [Electronic resource]. – URL: <http://www.scena.org/columns/lebrecht/040726-NL-walkman.html>.
36. Stereophonic Sound [Electronic resource]. – URL: <http://history.sandiego.edu/gen/recording/stereo.html>
37. Digital Audio Radio Service (DARS) [Electronic resource]. – URL: <http://history.sandiego.edu/gen/recording/dars.html>
38. Sarkar T.K. [et al.]. History of wireless. – [S.l.] : John Wiley & Sons, Inc., 2005. – 659 p.
39. Льюис М. История физики. – М. : Мир, 1970. – 464 с.
40. Кудрявцев П.С. Курс истории физики. – М. : Просвещение, 1983. – 448 с.
41. Eastwood E. Wireless Telegraphy. – London : Applied Science Publishers Limited, 1974.
42. Mallik M.C. Chronology of Developments of Wireless Communication and Electronics // IEEE Technical Review. – 1986. – Vol. 3, № 9. – P. 479-522.
43. Mukherjee V. Some Historical Aspects of J.C. Bose's Microwave Research During 1895-1900 // Indian Journal of Science. – 1979. – Vol. 14, № 2.
44. Chafee E.L. Theory of Thermoionic Vacuum Tubes. – New York : McGraw-Hill Book Co., 1933.
45. 100 Inventions that Shaped World History. – [S.l.] : Bluewood Books, 1993.
46. Huurdeman A.A. The Worldwide History of Telecommunications. – New York : John Wiley & Sons, 2003.

47. Couch L.W. Modern Communications Systems. Principles and Applications. – New York : Prentice-Hall, 1995.
48. Hammond J.H., Purington E.S. History of Some Foundations of Modern Radio-Electronic Technology // Proc. IRE. – 1957. – Sept. – P. 1191.
49. Reich H.J. Theory and Applications of Electron Tubes. – [S.l.] : McGraw-Hill Book Co., 1944.
50. Dalton W.M. The Story of Radio. London, 1975. – Vol. I, II and III.
51. McLean T.P., Schagen P. Electronic Imaging. – London : Academic Press Ltd., 1979
52. Turner L.W. Electronics Engineers' Reference Book. – London : Butterworth and Co. Ltd., 1976.
53. Williams T.I. A Bibliographical Dictionary of Scientists. – London : Adam and Charles Black, 1976.
54. Growther J.G. Six Great Inventors. – London : Hamish Hamilton, 1961.
55. Tibbs C.E. Frequency Modulation Engineering. – London : Chapman and Hall Ltd., 1947.
56. Keen R. Wireless Directions Findings. – London : Iliffe and Sons Ltd., 1947.
57. Dunsheath P. A History of Electrical Engineering. – London : Faber and Faber, 1962.
58. Gray T.S. Applied Electronics. – Calcutta : Asia Publishing House, 1958.
59. Benton W. The New Encyclopedia Britannica. – London, 1973.
60. Tiner J.H. 100 Scientists who Shaped World History. – [S.l.] : Bluewood Books, 2000.
61. Skolnik M.I. Introduction to Radar Systems. – Tokyo : International Student Edition, Kogakusha Co., Ltd., 1952.
62. Dummer G.W.A. Electronics Inventions and Discoveries. – Oxford : Pergamon Press, 1978.
63. Historical Notes on Important Tubes and Semiconductor Devices // IEEE Transaction on Education. – 1976. – Vol. 7.
64. Asimov I. Asimov 's Biographical Encyclopedia of Science and Technology. – New York : Doubleday & Company, Inc., Garden City, 1982.
65. Greenfield J. Television, the First Fifty Years. – New York : Harry N. Abrams, Inc., 1977.

66. Morecroft J.H. Principles of Radio Communication. – London : Chapman and Hall Ltd., 1933.
67. Terman F.E. Radio Engineers' Handbook. – [S.l.] : McGraw-Hill Book Co. Inc., 1943.
68. Historical Perspectives of Microwave Technology // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. – 1984. – Vol. 9.
69. Haykin S. Digital Communications. – New York : John Wiley & Sons, Inc., 1988.
70. Pearson G.L., Brattain W.H. History of Semiconductor Research // Proceedings of the IRE. – 1955. – P. 1794.
71. Fink D.G. Radar Engineering. – New York : McGraw-Hill Book Co., 1947.
72. Горохов П.К. Б.Л. Розинг – основатель электронного телевидения. – М. : Наука, 1964.
72. History of Photography [Electronic resource]. – URL: <http://www.sepia.me.uk/history/1900.htm>.
73. Советский энциклопедический словарь. – 3-е изд. – М. : Советская энциклопедия, 1984.
74. Glaser A.B., Subak-Sharpe G.E. Integrated Circuit Engineering. – London : Addison-Wesley Publishing Co., 1977.
75. Bragg W.L., Porter G. Physical Sciences. The Royal Institution Library of Sciences. – Essex : Elsevier Publishing Co. Ltd., 1970. – Vol. 1-5.
76. Haykin S. Communications Systems. – New York : John Wiley & Sons, Inc., 1994.
77. Grover F.W. Inductance Calculations, Working Formulas and Tables. – New York : D. Van Nostrand Co., 1946.
78. Salazar-Palma M., Sarkar T.K., Sengupta D. A chronology of developments of wireless communication and supporting electronics. History of wireless. – New York : John Wiley & Sons, Inc., 2006.
79. Francisco Salva's electric telegraph // Proc. IEEE. – 2010. – Vol. 98, № 11. – P. 1974-1977.
80. Edson W.A. Vacuum-Tube Oscillators. – New York : John Wiley and Sons, Inc., 1953.
81. Советская вычислительная техника. История взлета и забвения [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gorod.tomsk.ru/index-1295777606.php>.

82. Grun B. The Time Tables of History. – London : Thames and Hudson Ltd., 1975.
83. History of the Computer [Electronic resource]. – URL: <http://www2.fhtesslingen.de/telehistory/comp30.html>
84. Бережной С. Фантастика в XIX веке: американский вклад [Электронный ресурс]. – URL: <http://barros.rusf.ru/article137.html>.
85. Летопись познания // НиТ, Текущие публикации. – 1997. – Электрон. версия. – URL: nit@n-t.org.
86. Протокол заседания № 151 (201) от 25 апреля (7 мая по н.с.) 1895 г. // ЖРФХО. – 1895. – Т. 27, вып. 8, ч. физ. – С. 259.
87. Справочная книжка радиолюбителя. – М.-Л. : ГЭИ, 1951.
88. Минц А. Советская радиотехника за 35 лет // Радио. – 1952. – № 11. – С. 4-9.
88. Летопись советского радиовещания // Радио. – 1977. – № 7. – С. 2-5; № 8. – С. 4-6; № 9. – С. 6-7, 25; № 11. – С. 16.
89. От радиоприемника А.С. Попова к современной радиоэлектронике // Радиоежегодник-85. – М. : ДОСААФ, 1985. – С. 6-22.
90. Радиовещание в годы Великой Отечественной войны // Радиоежегодник-88. – М. : ДОСААФ, 1988. – С. 7-15.
91. Пестриков В.М. В борьбе с пространством и временем (о А.С. Попове и Г. Маркони) // Радиоаматор. – 1993. – № 8-10. – С. 5-6.
92. Пестриков В.М. Радиоприемник – мир прекрасного (к 100-летию радио) // Радиоаматор. – 1995. – № 5. – С. 2-3.
93. Пестриков В.М. Продолжатель дела А.С. Попова – друг Г. Маркони // Радиохобби. – 1999. – № 4. – С. 2-3.
94. Справочник по отечественной ламповой радиоаппаратуре (2000 г.) [Электронный ресурс]. – URL: <http://Vvwww.q!z.ru/articles/detail.nhtml?id=63/>
95. Microwave Hall of Fame . Part I [Electronic resource]. – URL: <http://www.microwaves101.com/encyclopedia/halloffame1.cfm>; Part II [Electronic resource]. – URL: <http://www.microwaves101.com/encyclopedia/halloffame2.cfm>
96. Rosenberg J.M. The Computer Prophet. – London : Collier-Macmillan Ltd., 1969.
97. Kline R.M. Digital Computer Design. – New York : Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1977.

98. Harper C.A. Handbook of Thick Film Hybrid Microelectronics. – New York : McGraw-Hill Book Co., 1974.
99. Schantz H.G. A Brief History of UWB Antennas [Electronic resource]. – URL: <http://www.uwbgroup.ru/pdf/37schantz.pdf>.
100. Venedelin G.D. Design of Amplifiers and Oscillators by the S-Parameter Method. – New York : John Wiley and Sons, 1972.
101. Дунаевская Н.В., Урвалов В.А., Шульман М.Г. Из истории магнитной видеозаписи // Электросвязь. – 1999. – № 12. – С. 46. – URL: <http://www.computer-museum.ru/connect/tvrechis.htm>.
102. ВНИИРТ. Этапы развития радиолокации (историческая справка). – 2004.
103. Electrical engineering Hall of Fame. Harold S. Black // Proc. IEEE. – 2011. – Vol. 99, № 2. – P. 351-353.
104. Сорок космических лет : воспоминания о становлении и развитии ракетно-космической деятельности объединения. – Железногорск : НПО ПМ им. акад. М.Ф. Решетнева, 1999. – 312 с.
105. По пути прогресса – к новым достижениям : сборник материалов к юбилею предприятия. – СПб. : ОАО «Радар ммс», 2006. – 440 с.
106. «Фазотрон» – из XX века – в XXI. – М. : ОАО «Корпорация «Фазотрон-НИИР», 2000.
107. Центральное конструкторское бюро автоматики – 55 лет в строю. – М. : Бедретдинов и Ко, 2004. – 152 с.
108. Electrical engineering hall of fame. Frank Conrad // Proc. IEEE. – 2007. – Vol. 95, № 6. – P. 1378-1380.
109. Yenne B. 100 Inventions that Shaped World History / M. Grosser, Consulting Ed. – [S.l.] : Bluewood Books, 1993.
110. Четыре компьютера Конрада Цузе [Электронный ресурс]. – URL: http://www.3dnews.ru/editorial/konrad_zuse.
111. Цузе Конрад [Электронный ресурс]. – URL: <http://ru.wikipedia.org>.
112. Как изобрести компьютер [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.magicpc.spb.ru/journal/201005/28/03.php>.
113. Калькулятор Лейбница [Электронный ресурс]. – URL: http://all-hitech.msk.ru/inf/history/p_1_7.html.
114. Аналитическая машина Бэббиджа [Электронный ресурс]. – URL: <http://schools.keldysh.ru/sch444/MUSEUM/PRES/CTERRA-26383.htm>.

115. Говард Айкен [Электронный ресурс]. – URL: <http://chernykh.net/content/view/446/658/>

116. Джон Атанасов и Клиффорд Берри [Электронный ресурс]. – URL: <http://chernykh.net/content/view/447/659>.

117. Atanasoff Berry Computer [Electronic resource]. – URL: http://schools.keldysh.ru/sch444/MUSEUM/1_17_101.htm.

118. Тома де Кольмар [Электронный ресурс]. – URL: <http://infhist.h1.ru/ppls/colm.html>.

119. Основные этапы развития компьютеров [Электронный ресурс]. – URL: <http://stfw.ru/page.php?id=11556>.

120. ENIAC [Electronic resource]. – URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/ENIAC>.

121. История компьютера. ENIAC, EDVAC [Электронный ресурс]. – URL: <http://chernykh.net/content/view/47/101>.

122. Bellis M. The History of the ENIAC Computer. John Mauchly and John Presper Eckert [Electronic resource]. – URL: <http://inventors.about.com/od/estartinventions/a/Eniac.htm>.

123. Искусственные нейронные сети [Электронный ресурс]. – URL: http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme5_rus.htm.

124. История робототехники № 5/18 [Электронный ресурс]. – URL: <http://novostinauki.ru/news/8853/>

125. Warren Sturgis McCulloch [Electronic resource]. – URL: http://www.search.com/reference/Warren_Sturgis_McCulloch.

126. Данилов Ю.А. Джон фон Нейман [Электронный ресурс]. – URL: <http://egamath.narod.ru/Reid/Neumann.htm>.

127. История компьютера. ENIAC, EDVAC [Электронный ресурс]. – URL: <http://chernykh.net/content/view/47/101>.

128. Manchester Small-Scale Experimental Machine [Electronic resource]. – URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Manchester_Baby.

129. Introduction to the Mark 1 [Electronic resource] / The University of Manchester. – URL: <http://www.computer50.org/mark1/mark1intro.html>.

130. Early Electronic Computers (1946–51) [Electronic resource] / The University of Manchester. – URL: <http://www.computer50.org/mark1/contemporary.html>.

131. Моучли // Персоны, термины и понятия [Электронный ресурс]. – URL: <http://museum.comp-school.ru/show.php?keywords=76&category>.

132. Страницы истории [Электронный ресурс]. – URL: http://schools.keldysh.ru/sch444/MUSEUM/1_17-40.htm.

133. Число Шеннона [Электронный ресурс]. – URL: <http://ru.wikipedia.org>.

134. Тьюринг А. Могут ли машины мыслить? [Электронный ресурс]. – URL: <http://inf.1september.ru/2000/2/art/alan1.htm>.

135. David Wheeler (computer scientist) [Electronic resource]. – URL: https://secure.wikimedia.org/wikipedia/en/wiki/David_Wheeler_%28computer_scientist%29.

136. История мейнфреймов: от Harvard Mark I до System z10 EC. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.thg.ru/cpu/mainframe_history/mainframe_history-06.html.

137. Поколения компьютеров – история развития вычислительной техники [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.inf1.info/computergeneration>.

138. История развития вычислительной техники [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.eruditus.name/teorija/istorija.html>.

139. Развитие компьютерной архитектуры: второе поколение - транзисторы (1955-1965) [Электронный ресурс]. – URL: <http://savlm.ucoz.ru/publ/8-1-0-26>.

140. Алгол [Электронный ресурс]. – URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Algol>.

141. PDP-1 [Электронный ресурс]. – URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/PDP-1>.

142. PDP-8 [Электронный ресурс]. – URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/PDP-8>.

143. История персональных компьютеров [Электронный ресурс]. – URL: http://cpugarden.ru/history/history_comp.

144. Методы обработки двумерной информации [Электронный ресурс]. – URL: <http://dvo.sut.ru/libr/rts/i143emdi/1.htm>

145. Быстрое преобразование Фурье : материал из MAXimal [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.e-maxx.ru/wiki>.

146. Кутыев И. Эволюционный процесс: факты не слишком известные, но интересные: «мыльная» история [Электронный ресурс]. – URL: http://www.articlesworld.ru/articles/useful/76_90/elpochta.php.

147. Летопись языков. Си [Электронный ресурс]. – URL: <http://compmuseum.narod.ru/history/c/c.html>.
148. Seymour Cray [Electronic resource]. – URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Seymour_Cray.
149. Cray History [Electronic resource]. – URL: <http://www.cray.com/About/History.aspx>.
150. Компьютеры Apple от альфы до омеги. Ч. 2 : Apple II [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.appleinsider.ru/istoriya-apple/kompyutery-apple-ot-alfy-do-omegi-chast-2-apple-ii.html>
151. Первым изобретателем телефона признали итальянца Антонио Меуччи [Электронный ресурс]. – URL: http://www.rg.ru/Anons/arc_2003/0618/zavtra/7.shtm.
152. Антонио Меуччи [Электронный ресурс]. – URL: <http://telmuseum.ru/history/meucci.htm>.
153. Heising R.A. Quartz Ctystals for Electrical Circuits, Their Design and Manufacture. – New York : D. Van Nostrand Co. Inc., 1946.
154. Bray J. Innovation and the Communications Revolution. – London, 2002. – 336 p.
155. Our Journal's centennial celebration // Proc. IEEE. – 2011. – Vol. 99, № 5. – P. 906-909.
156. Васильев И. Александр Белл. Абонент № 1 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.3dnews.ru/editorial/aleksandr_bell/.
157. Davarian F., Chung-Chi Lin. Solar System Radar and Radio Science // Proc. IEEE. – 2011. – Vol. 99, № 5. – P. 753-756.
158. Lowman C.E. Magnetic Recording. – New York : McGraw-Hill Book Co., 1972.
159. Lenard P. Great Men of Science. – London : G. Bell and Sons Ltd., 1958.
160. Graf R.F. Modern Dictionary of Electronics – 7th ed. – [S.l.], 1999).
161. Reich H.J. Theory and Applications of Electron Tubes. - 2nd ed. – [S.l.] : McGraw-Hill Book Co., 1944.
162. Торрес де Кеведо Леонардо [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc3p/295518>.
163. Early developments of wireless remote control: the telekino of Torres-Quevedo // Proc. IEEE. – 2008. – Vol. 96, № 1. – P. 186-190

164. ОАО Электонд. История развития конденсаторов [Электронный ресурс]. – URL: www.elecond.ru/statya01.php
165. Robert A. Millikan // Proc. IEEE. – 2006. – Vol. 94, № 6. – P. 1245-1247.
166. Harry Nyquist // Proc. IEEE. – 2008. – Vol. 98, № 8. – P. 1535-1537.
167. Тесла Н. Тесла и его подлинные взгляды. – М., 2010.
168. Чейни М. Тесла – человек из будущего. – М. : ЭКСМО, 2009.
169. «Фотофон», «радиофон» и деревенский детектив [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.viol.uz/history/history/page5.shtml>.
170. Шустов М.А., Протасевич Е.Т. Электроразрядная фотография / Том. политех. ун-т. – Томск, 1999.
171. Восьмидесятые годы // Очерки, электротехника [Электронный ресурс]. – URL: <http://jelektrotexnika.ru/elektro/157>.
172. Хронология физики. Период классической физики [Электронный ресурс]. – URL: <http://supercook.ru/chron-physics-06.html>.
173. Герметизированные свинцово-кислотные аккумуляторы [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.powerinfo.ru/accumulator-pb.php>.
174. Джефф Б. Майкельсон и скорость света [Электронный ресурс]. – URL: <http://n-t.ru/ri/dj/mc09.htm>.
175. Соловьев А.С., Козярук А.Е. История развития электроэнергетики и электромеханики в России. – СПб., 2000.
176. Шушурин С.Ф. К истории голографии // Успехи физических наук. – 1971. – Т. 105, вып. 1. – С. 145-148.
177. Hague R. Alternating current bridge methods. - 6th ed. – [S.l.] : Pitman publishing, 1975.
178. Бодо (Baudot), Жан Морис Эмиль [Электронный ресурс]. – URL: [http://letopisi.ru/index.php/Бодо_\(Baudot\),_Жан_Морис_Эмиль](http://letopisi.ru/index.php/Бодо_(Baudot),_Жан_Морис_Эмиль).
179. Hancock M. Burroughs Adding Machine Company. Glimpses into the Past. History – 1857-1953 [Electronic resource]. – URL: <http://www.xnumber.com/xnumber/hancock7.htm>.
180. Schalabach T.D., Rider D.K.. Printed and integrated circuitry, materials and processors. – London : McGraw-Hill Co., Inc., 1963.
181. Великие физические открытия. Хронология [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.alhimik.ru/hist/otkr3.htm>.

182. Члиянц Г. Хроника истории радиолокации [Электронный ресурс]. – URL: http://radioelbook.qrz.ru/raznoe/hystory/hystory_097.html
183. Галлий [Электронный ресурс]. – URL: http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/GALLI.html?page=0,5.
184. Компьютерные вирусы, вредоносные программы [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.pc-virus.ru>.
185. Радио [Электронный ресурс]. – URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Радио>.
186. Происхождение видов: личности [Электронный ресурс]. – URL: <http://idcorporate.ru/proisxozhdenie-vidov>.
187. Шилов В.В. Леонардо Торрес-и-Кеведо // Информационные технологии. – 2004. – № 9. – С. 48-57.
188. Abetti P. Superconductivity's first century // IEEE Spectrum. – 2011. – Vol. 48, № 3. – P. 46-52.
189. Музей компьютеров [Электронный ресурс]. – URL: <http://pchistory.ru/moduli-pamyati-ram/drugie-moduli-pamyati>.
190. Проект по производству солнечных модулей [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rusnano.com/Document.aspx/Download/25842>.
191. Летопись радиотехники: 1935-1939 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.radioman-portal.ru/history/1/?page=19>.
192. Горохов П.К. Б.Л. Розинг – основатель электронного телевидения. – Наука, 1964. – 120 с.
193. CBN history radio/broadcasting timeline [Electronic resource]. – URL: <http://www.wchn.org/hisrory>.
194. Electrical engineering Hall of Fame. William R. Hewlett // Proc. IEEE. – 2011. – Vol. 99, № 2. – P. 233-236.
195. Радиолампа. Основы радиовещания 20 века [Электронный ресурс]. – URL: <http://radiomuseum.ur.ru/index9.html>.
196. Шилов В.В. Ванневар Буш // Информационные технологии. – 2004. – № 11, приложение. – С. 1-32.
197. Шилов В.В. Хроника вычислительных и информационных технологий. Люди. События. Идеи. Часть 1 // Информационные технологии. – 2005. – № 11, приложение. – С. 1-32.
198. Шилов В.В. Хроника вычислительных и информационных технологий. Люди. События. Идеи. Часть 2 // Информационные технологии. – 2006. – № 5, приложение. – С. 1-32.

199. Шилов В.В. Хроника вычислительных и информационных технологий. Люди. События. Идеи. Часть 3 // Информационные технологии. – 2006. – № 10, приложение. – С. 1-32.

200. Шилов В.В. Хроника вычислительных и информационных технологий. Люди. События. Идеи. Часть 4 // Информационные технологии. – 2007. – № 6, приложение. – С. 1-32.

201. Шилов В.В. Логические машины и их создатели. Краткая, но практически полная история // Информационные технологии. – 2008. – № 8, приложение. – С. 1-40.

202. Шилов В.В. Игры, в которые играли автоматы. Исторические очерки // Информационные технологии. – 2009. – № 8, приложение. – С. 1-32.

203. Шилов В.В. От Гомера до Чапека. Краткая история механических автоматов // Информационные технологии. – 2010. – № 3, приложение. – С. 1-32.

204. Энциклопедия ламповой радиоаппаратуры. – URL: <http://oldradioclub.ru/issues/issue473.htm>.

ТОНБ имени А.С.Пушкина



13822000294612